

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LE DÉVELOPPEMENT DU NANO-ARGENT ; ENTRE REPRÉSENTATIONS
HYGIÉNISTES, DÉTERMINISME TECHNOSCIENTIFIQUE ET MARCHÉ :
ANALYSE SOCIOLOGIQUE

MÉMOIRE PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA
MAÎTRISE EN SOCIOLOGIE

PAR
MANON BERGE

SEPTEMBRE 2013

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier ma directrice Louise Vandelac, professeure titulaire au département de sociologie et directrice de l'Institut des sciences de l'environnement pour son aide et ses conseils, pour m'avoir lancée dans le monde des nanos, notamment dans le cadre de deux projets de recherche, CRSH¹ et NE3LS² sur la nanoalimentation dont elle assumait la direction et qui ont constitué le point de départ de ce mémoire. Je la remercie de ses relectures attentives et nombreuses suggestions de corrections, et enfin de m'avoir fourni un espace de bureau propice à la concentration nécessaire pour un tel travail de rédaction.

Je suis également reconnaissante à l'Institut des sciences de l'environnement de l'UQAM pour les perspectives de recherche qu'il m'a ouvertes, ainsi qu'à plusieurs membres de l'équipe du GRETESS³, notamment Simon Beaudoin pour l'accès à certaines sources documentaires. Je tiens également à remercier Mathilde Colin Detcheverry de l'AVICENN⁴ pour m'avoir fourni certaines informations et rapports.

Enfin, je remercie Hossein le statisticien pour son aide avec SPSS, Elisabeth Abergel, professeure au département de sociologie de l'UQAM, pour m'avoir accordé une discussion très intéressante, les évaluateurs universitaires, Sabrina et Marie pour leurs relectures attentives, et Katya pour celle du résumé en anglais.

¹ Conseil de recherches en sciences humaines (Canada)

² Réseau sur les enjeux éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux des nanotechnologies.

³ Groupe de recherche interdisciplinaire sur la gouvernance, les risques, l'environnement, les technosciences, la santé et la société (Québec, UQAM)

⁴ Association de Veille et d'Information Civique sur les Enjeux des Nanosciences et des Nanotechnologies (France)

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	ix
RÉSUMÉ.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I	
PROBLÉMATIQUE, CADRE THEORIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	4
1.1 Les nanotechnologies.....	4
1.2 Le nano-argent.....	8
1.3 Complexité et paradoxes du sujet.....	10
1.3.1 L'argent colloïdal.....	11
1.3.2 Les risques pour la santé humaine du nano-argent.....	14
1.3.3 Les risques environnementaux liés au nano-argent.....	15
1.3.4 La gouvernance des innovations.....	17
1.3.5 La technoscience et les nanotechnologies.....	20
1.3.6 La gestion des risques associés au développement du nano-argent.....	21
1.3.7 L'exemple de la réglementation en Union Européenne.....	23
1.4 Cadre d'analyse : l'approche éco-santé.....	25
1.5 Objectifs.....	27
1.6 Hypothèses.....	28
1.7 Approche méthodologique.....	29
1.7.1 La démarche.....	29
1.7.2 Revue de littérature.....	30
1.7.3 L'enjeu des sources pour un sujet émergent.....	31
1.7.4 Méthodologie des inventaires.....	32

CHAPITRE II	
L'ÉTAT DU CHAMP DU NANO-ARGENT.....	44
2.1 Etude quantitative sur les produits au nano-argent de l'inventaire 1	44
2.1.1 La provenance géographique des produits.....	45
2.1.2 Les catégories.....	49
2.1.3 La forme de l'argent.....	61
2.1.4 L'année de fondation des firmes.....	65
2.1.5 Conclusions.....	68
2.2 Les caractéristiques du champ du nano-argent : analyse qualitative de l'inventaire 1.....	69
2.2.1 L'importance d'un environnement désinfecté et l'idée qu'un environnement sans bactéries est bon pour la santé.....	69
2.2.2 « Ces bactéries pourraient vous tuer ! » ou la suggestion d'un réel danger.....	70
2.2.3 « L'argent est utilisé depuis très longtemps ».....	71
2.2.4 « Le nano-argent est un produit « naturel ».....	73
2.2.5 « Le nano-argent est à la pointe de la technologie ».....	76
2.2.6 « Nano-silver » ou pas ?.....	76
2.2.7 Le nano-argent comme un remède à tous les maux ?.....	78
2.2.8 Conclusion : les connotations de la mention « nano-silver ».....	83
2.2.9 La communication autour de la mention « nano ».....	84
CHAPITRE III	
LES MONDES DE L'ARGENT COLLOÏDAL ET DU NANO-ARGENT.....	86
3.1 Convergences et divergences de l'argent colloïdal et du nano-argent.....	87
3.2 Argent colloïdal : une communauté d'échange d'informations ?.....	93
3.3 Nano-argent : défenseurs, détracteurs et intérêts divers.....	95
3.4 La controverse scientifique autour du nano-argent.....	101
3.5 Quelques pistes sur les raisons de l'intérêt accru pour l'argent colloïdal aujourd'hui.....	103
3.6 Conclusion.....	105
CHAPITRE IV	
LES CONDITIONS SOCIALES ET CULTURELLES DU DÉVELOPPEMENT DU NANO-ARGENT.....	108
4.1 Santé publique et hygiénisme.....	108

4.1.1	La santé publique.....	108
4.1.2	Les perceptions de la saleté et des micro-organismes.....	111
4.1.3	La bio-responsabilité.....	113
4.2	L'évolution du rapport au corps dans un contexte technoscientifique.....	115
4.3	La vision de la santé sous-jacente au discours sur le nano-argent.....	117
4.4	Une certaine conception du progrès.....	118
	CONCLUSION.....	121
	BIBLIOGRAPHIE.....	124
	ANNEXES.....	132

LISTE DES FIGURES

Figure	page
Figure 1.1	Graphique du nombre de produits en fonction de l'élément chimique nanométrique en 2009.....10
Figure 1.2	Page Internet du site EC21 avec la requête « nano silver » en janvier 2012.....34
Figure 1.3	Page Internet du site Alibaba avec la requête « nano silver » en janvier 2012.....35
Figure 2.1	Principales sources commerciales de produits au nano-argent par pays d'origine en janvier-février 2012.....46
Figure 2.2	Carte de la répartition des produits au nano-argent par pays d'origine en janvier-février 2012.....48
Figure 2.3	Nombre d'articles au nano-argent en vente en janvier-février 2012 selon nos catégories.....51
Figure 2.4	Répartition des produits au nano-argent sur le marché en janvier-février 2012 selon nos groupes de catégories.....56
Figure 2.5	Répartition des produits selon les groupes de catégories pour chaque pays d'origine57
Figure 2.6	Répartition des produits selon les voies d'exposition des consommateurs et travailleurs.....61
Figure 2.7	Exemple de renseignement confus sur la forme de l'argent d'un article.....64
Figure 2.8	Répartition des articles dits au nano-argent selon la forme de l'argent déclarée par le producteur ou par le vendeur.....65
Figure 2.9	Année de fondation des firmes produisant ou revendant du nano-argent ou des produits au nano-argent en janvier-février 2012.....66

Figure 2.10	Exemple du site Internet d'une firme suggérant une dimension écologique.....	74
Figure 2.11	Exemple du site Internet d'une firme suggérant une dimension écologique 2.....	75
Figure 2.12	Exemple d'utilisation abusive du terme « nano silver » par un distributeur.....	77
Figure 2.13	Exemple d'utilisation abusive du terme « nano » par un distributeur.....	78
Figure 3.1	Répartition mondiale des compagnies commercialisant de l'argent colloïdal selon les données de l'inventaire 2, réalisé en février 2012.....	90
Figure 3.2	Composition du conseil d'administration de l'organisation The Silver Institute en avril 2012.....	98
Figure 3.3	Nombre de publications sur l'argent colloïdal recensées sur Pubmed en septembre 2011.....	102

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	page
Tableau 1.1	Formes de l'argent, taille et propriétés.....	9
Tableau 1.2	Agences et actes susceptibles de réglementer le nano-argent aux Etats-Unis en 2009.....	22
Tableau 2.1	Fréquence des produits au nano-argent par pays d'origine en janvier-février 2012.....	47
Tableau 2.2	Fréquence des articles au nano-argent selon nos catégories en janvier-février 2012.....	52
Tableau 2.3	Fréquence des produits au nano-argent sur le marché en janvier-février 2012 selon nos groupes de catégories.....	56
Tableau 2.4	Répartition des produits selon les groupes de catégories pour chaque pays d'origine.....	58
Tableau 2.5	Répartition des produits selon les voies d'exposition.....	62
Tableau 2.6	Fréquence des articles au nano-argent selon la forme de l'argent.....	65
Tableau 2.7	Fréquence de l'année de fondation des firmes produisant ou revendant du nano-argent ou des produits au nano-argent en janvier-février 2012.....	67
Tableau 2.8	Propriétés couramment prêtées au nano-argent.....	79
Tableau 3.1	Nombre de compagnies commercialisant de l'argent colloïdal par pays selon les données de l'inventaire 2, réalisé en février 2012.....	91
Tableau A.1	Inventaire 1. Produits au nano-argent excluant l'argent colloïdal à usage thérapeutique.....	ANNEXE 1
Tableau A.2	Inventaire 2. Firmes produisant ou commercialisant de l'argent colloïdal à usage thérapeutique et des appareils permettant d'en produire.....	ANNEXE 2

LISTE DES ABREVIATIONS

AFSSET :	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (France), aujourd'hui ANSES.
ANSES :	Agence nationale de sécurité sanitaire (France)
AVICENN :	Association de Veille et d'Information Civique sur les Enjeux des Nanosciences et des Nanotechnologies (France)
BfR :	The Federal Institute for Risk Assessment (Allemagne)
CNRS :	Centre national de la recherche scientifique (France)
CRDI :	Centre de Recherches pour le Développement International (Canada)
CRSH :	Conseil de recherches en sciences humaines (Canada)
ECHA :	European Chemicals Agency
EPA :	Environmental Protection Agency (Etats-Unis)
FDA :	Food and Drug Administration (Etats-Unis)
FIFRA :	Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act (Etats-Unis)
FOE :	Friends of the Earth
GRETESS :	Groupe de recherche interdisciplinaire sur la gouvernance, les risques, l'environnement, les technosciences, la santé et la société (UQAM, ISE)
INERIS :	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (France)
IRSN :	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (France)
IRSST :	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (Québec)
ISE :	Institut des sciences de l'environnement (UQAM)
NE3LS :	Réseau sur les enjeux éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux des nanotechnologies
NRDC :	Natural Resources Defense Council (Etats-Unis)
PEN :	Project on Emerging Nanotechnologies
REACH :	Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals (Union Européenne)
UQAM :	Université du Québec à Montréal
ZES :	Zones économiques spéciales

RÉSUMÉ

Le nano-argent est un secteur-clé des nanotechnologies : selon un inventaire de 2009⁵, il serait présent dans plus de 25% des produits clamant contenir des nanoparticules, devançant ainsi de loin le carbone et le zinc.

L'avènement des nanotechnologies a permis de découpler les propriétés supposément antiseptiques de l'argent en le réduisant sous forme de nanoparticules, suscitant dès lors l'engouement des industriels. Si bien que désormais, un large éventail de produits contient du nano-argent : chaussettes anti-odeurs, brosses à dents, claviers d'ordinateurs antibactériens, biberons, réfrigérateurs, revêtements de sol, etc. Certains avancent même que le nano-argent pourrait constituer une alternative médicale aux antibiotiques.

On a aujourd'hui peine à différencier les nanomatériaux de leur forme brute, la forme du matériau reposant essentiellement sur la libre déclaration des producteurs et des revendeurs et aucun pays, à l'exception très récente de la France en février 2012, n'a établi de processus de déclaration obligatoire. Ces produits non étiquetés circulent largement alors que leur innocuité pour la santé et l'environnement n'est aucunement avérée. Dans quelle mesure ces produits sont-ils aujourd'hui diffusés ? Plusieurs inventaires estiment à 1000 environ le nombre des produits nanos de soins personnels et à plus d'une centaine les produits nanoalimentaires, toutes compositions confondues. Or, pour les seuls articles au nanoargent, à l'exception de l'argent colloïdal à visée médicale, nous avons répertorié, en 2012, 563 articles produits par 438 firmes, provenant pour plus de 72% de Chine et de Corée du Sud.

Ce mémoire s'appuie sur une revue de littérature et sur la réalisation d'inventaires de produits au nano-argent selon l'axe des articles au nano-argent et celui de l'argent colloïdal à usage thérapeutique, dans le but d'identifier l'importance, la diversité et les acteurs de ce champ, des étapes essentielles pour en amorcer une analyse sociologique.

Il est mené dans une approche éco-santé globale et interdisciplinaire, mettant en évidence l'étroite articulation des questions de santé des individus, des populations et des milieux de vie, permettant dès lors d'examiner de concert les enjeux socio-économiques et culturels, sanitaires et écologiques (Vandelac 2010). Cette approche nous a semblé particulièrement appropriée à l'étude du nano-argent, un marché construit sur des propriétés antibactériennes inscrites dans un discours hygiéniste qui atteint ici son paroxysme.

Certains produits au nano-argent sont déjà suspectés d'une large diffusion dans la chaîne alimentaire, au point où certains produits nano-argent ont été retirés du marché, alors même qu'on se trouve en l'absence de législation adaptée et de solides dispositifs d'analyse des risques et de protection des écosystèmes, théoriquement garants de notre santé.

Mots-clés : nanotechnologies, nano-argent, santé, risques, environnement, éco-santé, inventaire des produits nano-argent, nano-argent colloïdal, produits de consommation.

⁵ Woodrow Wilson International Center for School, PEN : The Project on Emerging Nanotechnologies (Etats-Unis) : <http://www.nanotechproject.org/>

ABSTRACT

Nanosilver is a key sector of nanotechnology : according to an inventory from 2009⁶, more than 25% of products that claim to contain nanoparticles actually contain nanosilver, placing it far ahead of carbon and zinc. The arrival of nanotechnologies allowed for the increase in the supposed antiseptic properties of silver reducing it to nanoparticles, creating great excitement among manufacturers. Since then, a wide choice of nanosilver products is available on the international market, such as non-smelling socks, toothbrushes, antibacterial keypads, nursing bottles, refrigerators, floor coverings, etc. Some even suggest that nanosilver could be a medical alternative to antibiotics.

From the legislative point of view, it is still difficult to differentiate nanomaterials from their raw forms. The form of material is based only on producers' and sellers' statements and no country, with the exception of France in February 2012, has established an obligatory statement on the procedure of these materials. These non-labeled products circulate widely while their potential to harm peoples' health or the environment has yet to be proven. To what extent are these products to be spread today? Several inventories estimated that there are around 1000 nanosilver products for personal care, and more than hundred nanofood products, all of whose ingredients have been taken into consideration. However, in our 2012 inventory, we identified 563 nanosilver products from 438 companies, not including colloidal silver products, for healing purposes. More than 72% of these products are produced by China and South Korea.

This thesis refers to a literature review and the achievement of a nanosilver products inventory, following two axes of colloidal silver for healing purposes and the other nanosilver products, in order to identify the importance, diversity and actors of this field.

It is led under an eco-health and interdisciplinary approach, showing the close connection between individual, public and environmental health questions, which allows to examine both socio-economic and cultural, as well as sanitary and ecological aspects together. For us, this approach seemed particularly appropriate for studying nanosilver, since this market is built on antibacterial properties and uses a hygienic discourse which reaches paroxysm here.

Some nanosilver products are already suspected of spreading through the food chain, and some of them have already been removed from the market, even if there is currently no suitable legislation and solid analysis system of risks and protection of ecosystems, though they guarantee health for all.

Key words : nanotechnology, nano silver, colloidal silver, health hazards, consumer products, nano silver products inventory.

⁶ Woodrow Wilson International Center for School, PEN : The Project on Emerging Nanotechnologies (Etats-Unis) : <http://www.nanotechproject.org/>

INTRODUCTION

La prise de conscience de l'importance et de la gravité des questions environnementales ne semble pas encore à la mesure de l'urgence de la nécessité de changer nos modes de production et de consommation. Les liens entre la détérioration de l'environnement à l'échelle globale et la santé publique peinent à être compris, même lorsque nous assistons à des catastrophes technologiques à grande échelle et d'une extrême gravité, comme le récent accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

L'urgence semble plutôt centrée sur certains développements technologiques, issus des dernières avancées scientifiques rapidement mises en marché par l'industrie dans une course effrénée à l'innovation, alimentant la compétition commerciale internationale, quitte à oublier trop souvent d'interroger leur pertinence et les risques et impacts qui y sont associés.

Ce mémoire porte sur le développement du nano-argent et a pour but de décrire l'état actuel de ce marché et de comprendre les représentations à l'œuvre dans l'intérêt du public pour ces produits, afin de mieux identifier les intérêts et les risques qu'ils comportent.

L'argent est un métal précieux, auquel on prête également des propriétés antibactériennes et conductrices. Le nano-argent est utilisé comme antiseptique, sous la forme notamment de revêtements et de solutions. Dans le cadre du développement des nanotechnologies, de nombreux produits contenant des nanoparticules d'argent ont fait leur apparition sur le marché mondial, au point de représenter aujourd'hui les articles dits « nano » les plus répandus.

Dans un contexte de libre marché à l'échelle internationale, l'usage des nanotechnologies peut représenter une plus-value importante en terme de compétitivité des produits. Or, l'utilisation à grande échelle des nanoparticules comporte des risques encore méconnus, alors que les mécanismes d'évaluation sont encore quasi inexistantes et que la

réglementation s'avère insuffisante pour encadrer leur diffusion puisqu'elle ne prend pas en compte leurs propriétés spécifiques. De plus, le discours publicitaire occupe une place quasi monopolistique, alors que l'information crédible et indépendante sur ces produits est pratiquement réduite à sa plus simple expression, ce qui ne permet guère aux consommateurs de prendre en compte leurs risques et leurs effets avérés.

Compte tenu de l'absence de données récentes et rétrospectives sur les produits en circulation sur le marché mondial, ce mémoire s'amorce d'abord par un travail exploratoire du champ du nano-argent, afin d'en déterminer les principaux axes de développements, les acteurs majeurs, les intérêts et les enjeux. Suite à une vaste revue de littérature sur les nanotechnologies et spécifiquement sur le nano-argent, nous présentons les résultats de l'inventaire des produits et des firmes impliquées, que nous avons mené tant dans le domaine du nano-argent que de l'argent colloïdal tel qu'expliqué au premier chapitre.

Les chapitres deux et trois seront consacrés à l'analyse quantitative et qualitative des données des inventaires. Nous y élaborons une comparaison des champs de l'argent colloïdal et de celui des autres produits au nano-argent et une caractérisation de chacun d'eux à travers l'information recueillie dans les inventaires. Nous supposons que ces deux marchés sont intrinsèquement différents quant aux motivations des producteurs et des acheteurs, et qu'ils utilisent des stratégies de diffusion et d'information bien distinctes. En effet, si les discours sur les produits au nano-argent sont aujourd'hui dominés par des arguments publicitaires faisant référence à ses vertus antibactériennes et hygiénistes, ceux sur l'argent colloïdal sont surtout centrés sur son association à des médecines non conventionnelles.

Dans le quatrième et dernier chapitre, nous nous intéressons aux prémisses sociales et culturelles susceptibles de mener à l'engouement actuel pour les produits au nano-argent, et tentons ainsi d'en comprendre les raisons. Certaines représentations sociales relatives à la propreté, à l'hygiène, au bien-être et à la santé conduisent à vouloir aseptiser l'environnement quotidien au maximum. Paradoxalement, et dans le cas du nano-argent, cette recherche de « protection » individuelle peut être paradoxalement sources de risques pour l'environnement et la santé publique (pollutions, intoxications directes ou à long terme par accumulation de particules dans les organes, développement de souches de

bactéries résistantes, déséquilibres des écosystèmes par élimination de certaines bactéries, etc.) (FOE, 2009).

La production et la diffusion à grande échelle des produits au nano-argent ne sont cependant pas remises en question, car elles profitent à la fois de l'absence de réflexion publique sur la légitimité et les enjeux réels de ces produits et du vide législatif propre aux nanotechnologies, laissant ainsi la voie entièrement libre aux intérêts du marché. Il y a donc lieu de se demander sérieusement si ces produits au nanoargent constituent toujours des innovations souhaitables et si elles profitent, dans leur ensemble, davantage au consommateur, au producteur ou au vendeur ou encore à la société en général ?

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE, CADRE THEORIQUE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

1.1 Les nanotechnologies

Le préfixe « nano » vient du grec « nânos », qui veut dire « nain ». Il désigne un milliardième d'unité, un nanomètre est donc un milliardième de mètre (10^{-9} m). Selon la définition de Dupuy et Roure (2004), les nanosciences sont « l'ensemble des recherches ayant pour objet la synthèse et l'étude des nano-objets doués de propriétés (physiques, chimiques ou biologiques), ainsi que la découverte des méthodes d'assemblage permettant d'accéder à des nanomatériaux et celle des méthodes d'organisation qui permettront d'aboutir aux matériaux adaptatifs ».

Selon Nielsen (2008), on admet généralement que les nanomatériaux sont des matériaux avec une, deux ou trois dimensions à l'échelle du nanomètre (1 à 100 nanomètres) qui ont des propriétés différentes de celles du même matériau sous sa forme brute. Ils peuvent avoir une seule dimension à l'échelle nanométrique (nanofilms, feuillets...), deux dimensions (nanotubes, nanofibres, nanofilaments...) ou trois dimensions (nanoparticules sous forme de cubes, de sphères...) (IRSST⁷, 2008).

Selon Benoit Browaeys (2009, p.49), « quatre substances sont à la source de 95% des nanomatériaux : les nanotubes de carbone, les oxydes de titane, les nanosilices et le nanoargent ».

Il convient d'entrée de jeu de différencier les nanomatériaux de synthèse des particules ultrafines, mesurées en micromètres, qui résultent entre autres d'incendies de forêts ou

⁷ IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (Québec), www.irsst.qc.ca

d'éruptions volcaniques, ou encore qui sont le produit connu de l'incinération ou de certains processus industriels, avec des effets sur la santé largement documentés.

Selon Dupuy et Roure (2004, p.6), « les nanosciences sont souvent qualifiées d'horizontales car elles peuvent être empruntées par de multiples domaines » : les sciences de l'information et de la communication, la technologie de l'énergie, la médecine, les écotechnologies, les technologies de la sécurité et les applications militaires.

Combien de produits qualifiés de nanotechnologies par les manufacturiers sont-ils déjà sur le marché ? Selon Genest et Beauvais (2009), il y en aurait plus de 800 en 2009 et leur nombre aurait connu, entre 2006 et 2008, une augmentation mensuelle de plus de 20%. Cependant, l'absence de législation rendant obligatoire la déclaration de la présence de nanomatériaux dans les produits rend les travaux d'inventaires aléatoires, d'autant plus que beaucoup d'informations seraient nécessaires pour effectuer une classification précise et une évaluation des risques, comme la forme des particules, leur concentration, etc. (Wijnhoven *et al.*, 2011).

Ces produits appartiennent à différents secteurs de l'économie. Dans les cosmétiques, les nanoparticules d'oxyde de titane sont utilisées dans les crèmes solaires pour leurs propriétés d'écran à UV. Les nanosilices sont employées dans le domaine de l'alimentaire, pour augmenter l'onctuosité des soupes ou des sauces industrielles. Le nano-argent est employé comme agent antibactérien dans la fabrication de chaussettes anti-odeurs, de sparadraps, d'ustensiles de cuisine ou encore de réfrigérateurs. Les carrosseries de voitures peuvent être renforcées par des nanotubes de carbone, qui sont à la fois plus solides, plus légers et plus souples que l'acier, mais dont les impacts sanitaires de certains usages sont apparentés aux effets de l'amiante⁸. Certains revêtements de bâtiments sont enrichis en nanoparticules de titane, pour les rendre auto-nettoyants (Benoit Browaeys, 2009). Les films minces sont utilisés dans les secteurs de l'électronique, de l'automobile et du traitement des surfaces pour rendre les surfaces imperméables, résistantes aux taches, etc. Selon le même principe, des produits

⁸ Sources : http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/physique-1/d/les-nanotubes-de-carbone-sont-ils-aussi-dangereux-que-lamiante_15593-1/
<http://eprints.internano.org/494/> (consultés le 10/10/11)

d'entretien peuvent conférer des propriétés anti-salissures aux surfaces grâce à un film résiduel.

Des procédés de biomimétisme utilisent les nanotechnologies pour créer par exemple des surfaces hydrophobes, à la façon d'une feuille de lotus, ou pour reproduire la nanostructure des pattes de gecko afin de créer des produits très adhésifs, etc. (INERIS⁹, 2007).

Les applications militaires des nanotechnologies constituent sans contredit l'un des secteurs moteurs avec, par exemple, la mise au point « de revêtements protecteurs ou allégeants, des nanoarmes, des systèmes d'intelligence embarquée » (Benoit Browaeys, 2009, p.24). Aux Etats-Unis, le département de la défense est d'ailleurs le deuxième plus grand investisseur public dans la recherche en nanotechnologies, après la National Science Foundation¹⁰.

Dans le domaine nanoélectronique, l'électronique moléculaire propose une approche basée sur l'utilisation de molécules organiques : « des réseaux de nanotubes de carbone, de protéines et même de brins d'ADN pourraient être intégrés dans des dispositifs et des systèmes électroniques » (Genest et Beauvais, 2009, p.32), afin de stocker et de transmettre de l'information.

En médecine, les nanotechnologies sont portées par les espoirs de nouvelles avancées, par exemple avec la mise au point de vecteurs de livraison pour les médicaments, à base de nanotubes de carbone (Genest et Beauvais, 2009). L'idée est d'améliorer l'activité thérapeutique d'un médicament en utilisant le fait que, pour une même masse, la matière présente une surface beaucoup plus importante lorsqu'elle est sous une forme nanométrique (donc le défi technique est le taux d'encapsulation permettant de charger une quantité suffisante de principe actif dans des nanovecteurs)¹¹.

Plusieurs questions se posent face aux risques induits par ces nouveaux éléments, surtout dans certaines conditions d'utilisation. En effet, si l'intérêt majeur des nanoéléments est

⁹ INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (France), www.ineris.fr.

¹⁰ Source : Note n°3 de la Fondation Sciences citoyennes, octobre 2006, « Survivre aux nanotechnologies, Giga questions, nano-visions et citoyenneté ».

¹¹ Site du CNRS (France) : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosnano/> (consulté le 06/09/13)

d'avoir des propriétés différentes de celles des particules plus grandes, leur taille infime n'est pas sans risques pour la santé, les nanoparticules pouvant pénétrer certains tissus comme les bronches ou le placenta, et s'accumuler dans certains organes, comme le foie ou la rate (IRSST, 2006) (AFSSET, 2008). Le risque environnemental doit également être considéré car les nanoparticules libérées et disséminées dans l'environnement au cours de l'utilisation ou à la fin de vie des produits sont susceptibles d'avoir des impacts (Friends of the Earth, 2008, 2009) (Luoma, 2008) que nous détaillerons plus bas dans le cas particulier du nano-argent. De plus, la synthèse des nanoéléments nécessite une grande quantité d'énergie.

L'Institut national de l'environnement industriel et des risques en France a identifié cinq paramètres influant sur la toxicité des nanoéléments : la diminution de la taille, l'effet d'échelle (apparition de nouvelles propriétés des éléments à l'échelle nanométrique), la surface spécifique (les nanoparticules offrent une plus grande surface par rapport à leur masse, d'où une plus grande réactivité), la forme (par exemple la forme fibreuse est plus toxique que la forme sphérique), et enfin l'effet cheval de Troie (certaines nanoparticules peuvent transporter des molécules potentiellement toxiques et faciliter leur pénétration dans l'organisme) (INERIS, 2007).

Pour l'association écologiste internationale les Amis de la Terre, l'utilisation de nanomatériaux dans les emballages et dans la production agricole va inévitablement entraîner leur dissémination dans l'environnement. Ces risques sont pour l'instant très peu évalués et donc encore largement méconnus. Cependant, on sait déjà que les nanomatériaux antibactériens comme l'argent, l'oxyde de zinc et le dioxyde de titane sont susceptibles de causer des dommages à l'environnement et à la santé (toxicité pour les plantes, insectes, et bactéries, impacts chez les animaux et les humains) :

« nanomaterials which measure less than 70nm can even be taken up by our cells' nuclei, where they can cause major damage (Chen and Mikecz 2005; Geiser *et al.* 2005; Li *et al.* 2003). (...) Some nanomaterials have proved toxic to human tissue and cell cultures in *in vitro* (test tube) studies, resulting in increased oxidative stress, production of proteins triggering an inflammatory response (Oberdörster *et al.* 2005b), DNA mutation (Geiser *et al.* 2005), structural damage to cell nuclei and interference with cell activity and growth (Chen and von Mikecz 2005), structural damage to mitochondria and even cell death (Li *et al.* 2003). » (FOE, 2008, p.5).

Les pesticides à base de nanomatériaux, que leurs promoteurs prétendent plus efficaces, pourraient également multiplier les perturbations des écosystèmes et réduire la biodiversité autant, sinon plus que les pesticides conventionnels (FOE, 2008)

Dans le cas du nano-argent, ces nanomatériaux antibactériens pourraient en outre créer des bactéries plus résistantes aux traitements (FOE, 2011), tout en détruisant d'autres indispensables à la santé et aux écosystèmes, induisant alors des risques de pollution environnementale (FOE, 2009). Ainsi, des études ont permis d'observer que les lave-linge au nano-argent, produits notamment par Samsung et toujours en vente aujourd'hui¹², rejettent des particules de nano-argent dans les eaux usées (Hund-Rinke *et al.*, 2008, dans FOE, 2009), qui compromettent le fonctionnement des stations d'épuration en perturbant la dénitrification (Panyala *et al.*, 2008), ce qui a pour effet de déséquilibrer des écosystèmes aquatiques par eutrophisation (Senjen, 2007, dans Panyala *et al.*, 2008).

1.2 Le nano-argent

L'argent, symbole Ag, est un élément chimique métallique utilisé principalement dans les industries électronique, électrique, en bijouterie et dans le domaine de la photographie¹³. Il possède des propriétés germicides et bactéricides qui seraient connues depuis l'Antiquité. En effet, les Grecs, les Perses et les Romains utilisaient déjà de la vaisselle en argent, et la tradition de fabriquer des ustensiles de cuisine en plaqué argent s'est perpétuée jusqu'à nos jours (Goldman, 2004). Les pionniers américains auraient eu pour coutume de placer une pièce de monnaie en argent dans les bidons de lait pour en assurer la conservation (*ibid.*). Enfin, l'argent est un additif alimentaire industriel sous forme de colorant utilisé notamment en confiserie, sous le code E174.

Le nano-argent voit ses propriétés décuplées du fait de la très petite taille des particules, qui leur confère une surface de contact plus importante avec l'environnement.

¹² Site commercial de Samsung :

<http://www.samsung.com/sg/consumer/learningresources/silvernano/silvernano/washingmachine.html> (consulté le 27/09/11)

¹³ Source : Wikipedia, article « Argent » : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Argent> (consulté le 13/11/11)

Son caractère aseptisant est tel que certains le considèrent comme un biocide et que son homologation en tant que pesticide fait actuellement débat.

Selon les Amis de la Terre, l'argent a des propriétés différentes selon sa forme et sa taille, qui font l'objet de confusions dans la littérature non scientifique (FOE, 2009).

Tableau 1.1 : Formes de l'argent, taille et propriétés

“Forms of silver and their approximate size, charge” :

Types of silver	Approx. size	Attributes
Elemental/metallic (a single atom)	0.288 nm	Not found as single atom in nature, normally found as an aggregate. Elemental silver has no oxidation state.
Silver ion (Ionic)	0.258 nm	Toxic, may dissolve in water, may have positive or negative charge.
Nanosilver	1-100 nm	May release ions and/or be toxic on its own.
Colloidal	1-1000 nm	A mixture of different sized particles, suspended in fluid, may contain nano particulate silver or silver ions or both.
Inorganic silver compounds/silver salts e.g. silver chloride, silver oxide	depends	Not easily dissolved, can be nanosized.
Organic silver compounds e.g. silver proteins	depends	Covalent, almost impossible to dissolve.

(source : FOE, 2009, p.14)

Le nano-argent est un secteur-clé dans le développement actuel des nanotechnologies. En effet, il représentait en 2004 56% de la vente totale de nanoparticules, loin devant le carbone (17%) et le zinc (7%)¹⁴. En 2008, la production de nanoparticules d'argent a été estimée par les producteurs à 500 tonnes par an (*ibid.*) et à 320 t/an en 2009 selon une autre source (Gottschalk *et al.*, 2010, dans FOE, 2011).

¹⁴ Source : Wikipedia, article « nano-argent » : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Nano-argent> (consulté le 13/11/11)

1.3 Complexité et paradoxes du sujet

Les nanotechnologies sont actuellement présentées comme une véritable révolution scientifique et technique vouée à bouleverser nos modes de vie. Cependant, lorsque l'on examine certains pans de ce domaine, notamment celui du nano-argent, l'aspect de nouveauté s'estompe pour laisser apparaître le fait qu'une même technologie peut avoir des applications extrêmement diverses, s'appuyant elles-mêmes sur des substrats culturels particuliers. En effet, nous avons vu que l'utilisation de l'argent pour ses propriétés germicides n'est pas une nouveauté. Il est cependant aujourd'hui remis au goût du jour dans le cadre des nanotechnologies, avec le développement de produits *high-tech* nous promettant un environnement hautement aseptisé.

Le rapport de l'association française de veille technologique VivAgora sur les nano-revêtements met en évidence que, selon l'inventaire du Project on Emerging Nanotechnologies du Woodrow Institute Center, en 2009, plus de 25% des produits recensés comme supposément « nano » étaient des produits au nano-argent :

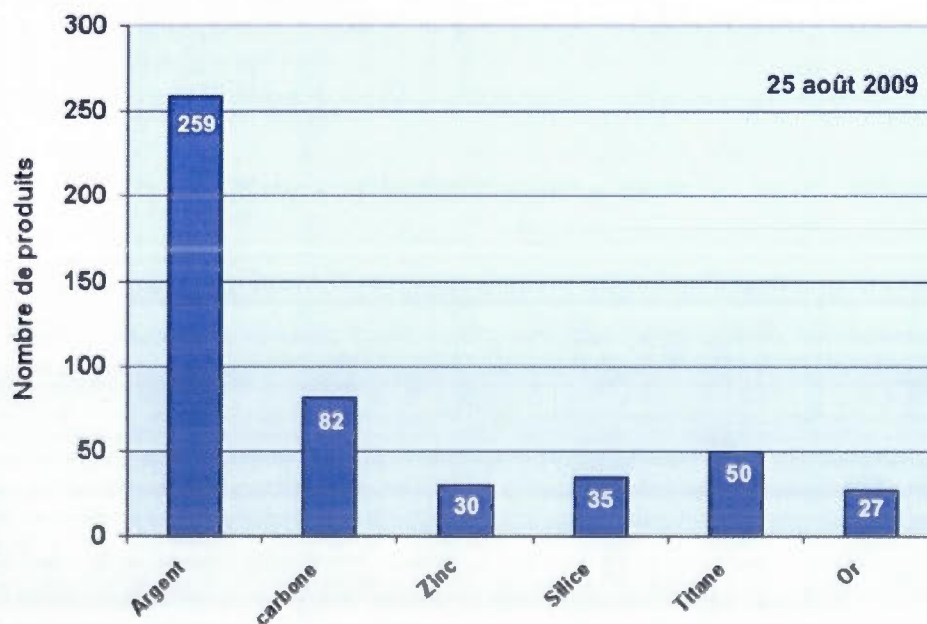


Figure 1.1 : Graphique du nombre de produits en fonction de l'élément chimique nanométrique en 2009

(Nombre total de produits dans cet inventaire : 1025 ; source : VivAgora, 2010, p.17)

Par ailleurs, dans le cadre de recherches financées par le CRSH et par le NE3LS, menées sous la direction de Louise Vandelac au GRETESS, liées à l'Institut des sciences de l'environnement de l'UQAM, sur les applications des nanotechnologies dans le domaine de l'agroalimentaire, nous avons été amenée à dresser un inventaire non exhaustif des produits actuellement présents sur le marché pouvant être considérés comme des « nanofoods », à partir des données du Woodrow Wilson International Center for School¹⁵. Cet inventaire était composé des catégories suivantes : Aliments, Stockage, Stockage réfrigéré, Cuisine, Filtration, Suppléments alimentaires. Il est rapidement apparu que la catégorie « suppléments alimentaires » était de loin la plus importante (56 produits sur 115). En effet, sur les 56 suppléments alimentaires « nanofood » recensés lors de notre inventaire, 11 sont des colloïdes d'argent, aussi appelés « argent colloïdal ».. Par ailleurs, sur les 115 produits recensés, toutes catégories confondues, 45 sont à base de nano-argent, ce qui en fait l'élément le plus utilisé dans les applications des nanotechnologies dans l'agroalimentaire.

Ce sont manifestement ses propriétés antiseptiques et antibactériennes qui incitent à utiliser le nano-argent dans certains produits manufacturés, comme des ustensiles de cuisine, des laves-linges, des réfrigérateurs ou encore des machines à café, dans le but, dit-on, d'augmenter la durée de conservation des aliments et de réduire les contaminations bactériennes. Il est également utilisé notamment dans la confection de chaussettes anti-odeurs, de pansements antibactériens, de touches de téléphones ou d'ordinateurs, de sprays désinfectants (utilisés par exemple dans le métro de Hong-Kong¹⁶), de peintures, de déodorants et de préservatifs.

1.3.1 L'argent colloïdal

Le colloïde d'argent est une solution aqueuse contenant des ions argent et/ou des nanoparticules d'argent. L'association les Amis de la Terre, dans son rapport *Nano and biocidal silver*, le définit ainsi : « A mixture of different sized particles, suspended in fluid, may contain nano particulate silver or silver ions or both » (FOE, 2009, p.14).

¹⁵ Project on Emerging Nanotechnologies : <http://www.nanotechproject.org/>

¹⁶ Source : <http://www.naturalnews.com/020851.html> (consulté le 13/09/11)

Les bienfaits prêtés à l'argent colloïdal par ses fabricants ou par certains de ses utilisateurs sont très divers, mais il serait beaucoup trop présomptueux, dans le cadre de ce mémoire, de prétendre juger de son efficacité thérapeutique. Pour le faire avec rigueur, cela exigerait une très vaste revue de littérature scientifique comprenant plusieurs milliers d'articles, notamment sur les aspects médicaux, ce qui dépasse de loin tant nos compétences spécifiques de sociologue que le temps imparti pour un tel mémoire.

Rappelons qu'outre son pouvoir antiseptique sur les plaies, l'argent colloïdal aurait des effets bénéfiques sur un éventail très large de pathologies¹⁷, dont la liste commence à « abcès » et se termine à « zona », en passant par le choléra, la méningite et la tuberculose. Comme nous le verrons dans le chapitre 3, certains prétendent qu'il pourrait également être pris de manière préventive, afin d'améliorer l'état de santé général. Il soignerait même, selon certains promoteurs, des pathologies dépassant le cadre de l'infection bactérienne ou virale, comme l'arthrose, la gangrène ou même la sclérose en plaques (*ibid.*). En 2004, un producteur américain d'argent colloïdal, la compagnie American Biotech Labs, aurait même montré que son colloïde d'argent tuait la spore de charbon (*bacillus anthracis*), responsable de la maladie du charbon nommée en anglais « *anthrax* » (Goldman, 2004), utilisée comme arme bactériologique lors de plusieurs attaques terroristes aux Etats-Unis suite aux attentats du 11 septembre 2001¹⁸.

L'argent colloïdal est cependant l'objet de critiques : en plus de lui reprocher une efficacité incertaine, ses détracteurs mettent en avant son éventuelle toxicité. L'argyrie (coloration argentée irréversible de la peau) est l'effet secondaire le plus souvent évoqué, même si il semble découler uniquement d'ingestions à forte dose ou de contacts prolongés avec le nano-argent (Panyala, Pena-Mendez, Havel, 2008).

Certains adeptes du colloïde d'argent se revendiquent régulièrement comme étant les détenteurs d'un remède que les lobbys et les pouvoirs politiques tenteraient de cacher, comme nous le verrons ultérieurement. Certains prétendent en effet que le colloïde d'argent pourrait être une alternative aux antibiotiques, et représenterait donc à ce titre

¹⁷ Source : extraits de l'ouvrage de Franck Goldman, 2004, *Une arme secrète contre la maladie : l'argent colloïdal*, <http://autreversion.info/Largent.htm> (consulté le 03/09/11)

¹⁸ Source Wikipedia : « Enveloppes contaminées au bacille de charbon » : http://fr.wikipedia.org/wiki/Enveloppes_contamin%C3%A9es_au_bacille_du_charbon (consulté le 24/03/12)

une sérieuse menace aux intérêts économiques des firmes pharmaceutiques. Ils accusent ces mêmes firmes de stigmatiser le colloïde d'argent en soulignant ses dangers et en poussant les pouvoirs publics à entraver son commerce et son utilisation, comme nous le verrons plus en détails au chapitre 3.

Les préoccupations quant à l'innocuité des produits contenant du nano-argent émanent également, aux Etats-Unis, d'agences gouvernementales, comme la FDA (Food and Drug Administration), qui n'a agréé pas le colloïde d'argent comme un médicament et interdit aux producteurs et vendeurs d'en vanter les prétendus mérites thérapeutiques. Ces mêmes producteurs, dans le cas des Etats-Unis, se disent dans certains cas bâillonnés par les règlements de la FDA, qu'ils accusent d'être au service des intérêts des grandes firmes pharmaceutiques¹⁹. Certains adeptes du colloïde d'argent vont même jusqu'à accuser des associations écologistes pointant les dangers du nano-argent (notamment Friend of the Earth²⁰), d'être au service des intérêts des compagnies pharmaceutiques.

Dans une vision plus large que celle des seules *nanofoods*, nous avons constaté que les propriétés antibactériennes de l'argent lui valent aujourd'hui une recrudescence d'usages industriels. Par exemple, la firme Hansaplast propose des pansements antibactériens aux ions argent. Nivea produit une gamme de déodorants pour hommes également aux ions argent. Samsung fabrique des réfrigérateurs à diffusion continue d'ions argent à partir d'un revêtement de nano-argent (utilisant un procédé nommé Silver nano^{TM21}). De tels exemples foisonnent actuellement sur le marché.

On est alors à même de s'interroger sur le bien-fondé d'une telle technologie. En effet, on peut se demander d'où vient une telle volonté d'aseptiser au maximum l'environnement immédiat, voire la véritable phobie des germes et l'indisposition désormais généralisée à la moindre odeur. Quel est donc le contexte culturel qui crée une telle demande et un tel marché pour des produits dont la pertinence et l'utilité peuvent être questionnées d'autant plus que leur innocuité pour l'être humain et l'environnement est loin d'être prouvée ? Ces questions seront abordées dans le dernier chapitre de ce mémoire.

¹⁹ <http://www.naturalnews.com/010761.html> (consulté le 05/09/13)

²⁰ Commentaires sur : <http://www.silvermedicine.org/nano-silver.html> (consulté le 05/09/13)

²¹ <http://www.samsung.com/sg/consumer/learningresources/silvernano/site.html> (consulté le 05/09/13)

La diffusion et la popularité d'un nouveau type de produits nécessitent un creuset socioculturel favorable. Cependant, de nombreuses innovations technologiques, moins destinées à répondre à une demande réelle qu'à créer de nouveaux besoins permettant d'ouvrir de nouveaux marchés, ont également besoin de créer un univers discursif à saveur promotionnelle, quitte à sous-estimer ou même à taire les risques qui y sont liés ou au moins suspectés.

1.3.2 Les risques pour la santé humaine du nano-argent

Afin de déterminer si les avantages de ces innovations sont tels qu'ils valent la peine d'en supporter les inconvénients, il convient d'en identifier clairement les risques.

Or, selon un rapport de l'AFSSET (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, France), « L'argent montre une faible toxicité pour l'homme et le risque pour l'homme est considéré comme très faible en cas d'exposition clinique par les voies pulmonaire, orale, cutanée ou par voie hématologique ou urologique. » (AFSSET, 2010, p.163). Par ailleurs, « les effets toxiques des substances à base d'argent sont proportionnels au taux de libération d'ions argent libres (Wijnhoven S.W.P., 2009). L'argent métallique semble poser un risque minime pour la santé alors que les produits contenant de l'argent soluble sont plus facilement absorbés et peuvent induire des effets indésirables (Drake P.L. et Hazelwood K.J., 2005; Wijnhoven S.W.P., 2009). » (AFSSET, 2010, p.163).

Ces effets indésirables sont, « outre argyrie et argyrose [...] des lésions au niveau du foie et des reins, des irritations oculaire, cutanée, respiratoire et du tractus intestinal ainsi que des changements hématologiques (Drake P.L., Hazelwood K.J., 2005) » (AFSSET, 2010, p.163). Si l'exposition à l'argent est importante, celui-ci peut en effet être accumulé dans le foie, la peau, les reins, les cornées, les muqueuses, les ongles et la rate (Rosenman *et al.*, 1979, Sue *et al.*, 2001, dans Panyala *et al.*, 2008, p.121).

Wijnhoven (2009) met en évidence que beaucoup d'études ont été consacrées à l'étude des effets de l'argent, mais qu'il y a encore très peu de données concernant ceux du nano-argent. Selon l'AFSSET (2010), il n'y a encore aucune donnée toxicologique *in vivo* pour

l'exposition au nano-argent par voie cutanée (qui est pourtant la plus importante). Rappelons cependant que l'absence de données ne signifie par pour autant absence d'effets. En revanche, des études ont démontré sa toxicité par voie orale et par inhalation.

Les nanoparticules d'argent sont également suspectées d'induire des lésions de l'ADN et d'augmenter le stress oxydant dans les cellules (AFSSET, 2010) (FOE, 2009). Les particules de moins de 100 nm peuvent en effet pénétrer dans les cellules par endocytose (Luoma, 2008). Une des causes de la toxicité des nanoparticules serait leur tendance à générer des ROS (Reactive oxygen species, ou « dérivés réactifs de l'oxygène », qui peuvent être notamment des radicaux libres) (Oberdorster *et al.*, 2005, 2007, dans Luoma, 2008).

De plus, bien que l'intérêt antibactérien du nano-argent soit l'une des sources majeures de sa rapide diffusion, il convient de rappeler qu'une trop grande aseptisation comporte également des dangers. Selon les Amis de la Terre (2009, p.6), le contact avec une quantité normale de bactéries est essentiel au développement du système immunitaire des enfants : « By exposing children to increasing quantities of biocidal nanosilver, we may very well be robbing a child's need to mature his or her immune system. ». Par ailleurs, l'usage abusif et non justifié de produits antiseptiques favoriserait la prévalence des allergies (FOE, 2011).

Luoma pointe également le danger que comporterait un contact chronique de la peau avec du nano-argent : cela nuirait à la flore bactérienne habituellement présente sur la peau, qui joue un rôle dans la prévention des infections par des pathogènes. Or, si on multiplie l'exposition au nano-argent via le réfrigérateur, la machine à laver, les ustensiles de cuisine, le revêtement des comptoirs, les pellicules d'emballage des aliments, etc., la quantité de nanoparticules d'argent avec lesquelles nous sommes susceptibles d'être en contact quotidien peut devenir très conséquente.

1.3.3 Les risques environnementaux liés au nano-argent

A l'instar des autres nanoparticules, les risques liés au nano-argent pour la santé et l'environnement ne sont toujours pas clairement déterminés. Hollinger, en 1996 (dans Luoma, 2008), prédit que l'augmentation et la généralisation de l'utilisation de l'argent

pourraient faire apparaître des effets toxiques imperceptibles. En effet, les producteurs de marchandises au nano-argent ne sont pas responsables des effets cumulatifs de ces produits s'ils se répandent à grande échelle.

Selon Luoma, les cas de pollution environnementale à l'argent sont rares. Cependant, les ions argent sont, selon les tests en laboratoire (Eisler, 1996, dans Luoma, 2008), un des métaux les plus toxiques pour les organismes aquatiques. L'argent s'accumule à de hautes concentrations dans l'eau, les sédiments, les sols et les organismes vivants. L'argent étant un élément rare dans la nature, sa concentration dans l'environnement est donc naturellement très faible, ce qui accroît encore le déséquilibre en cas de pollution à l'argent, même restreinte, découlant des activités humaines (Luoma, 2008). Ainsi, l'EPA américaine (Environmental Protection Agency) considère l'argent dans les eaux de surface comme un polluant prioritaire (FOE, 2009).

Selon l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, France), « l'argent, élément non essentiel à la vie, est le plus souvent considéré comme l'un des métaux les plus toxiques sous la forme ionique, au second rang après le mercure, pour les organismes aquatiques ou terrestres. » (Ratte, 1999, dans Clamont et Garnier-Laplace, 2002, p.3).

Selon un rapport des Amis de la Terre, la bioaccumulation de l'argent est particulièrement importante dans l'eau salée (FOE, 2009), et notamment dans le phytoplancton, par lequel l'argent passe dans la chaîne alimentaire. Même si le potentiel de bioaccumulation des nanomatériaux est encore mal connu, des études suggèrent que les nanoparticules pourraient s'accumuler le long de la chaîne alimentaire, en commençant par les microorganismes et les plantes (FOE, 2009).

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà évoqué, l'argent peut compromettre la dénitrification dans le traitement des eaux usées, qui est basée sur l'action de microorganismes : « nitrifying bacteria are especially susceptible to inhibition by silver nanoparticles. » (FOE, 2009, p.22) ; or, ces eaux sont ensuite déversées dans les rivières, et potentiellement utilisées pour l'agriculture et la consommation, ce qui pose, outre le problème de la pollution des écosystèmes, celui de l'entrée dans la chaîne alimentaire de ces nanoparticules persistantes.

L'argent persiste par exemple dans le foie des poissons, comme le montre une étude réalisée sur les produits de la pêche dans l'estuaire de la Seine (Chiffolleau *et al*, 2002). Nous pouvons penser à la lecture de cette dernière étude, montrant que l'argent est déjà une source de pollution sur certaines côtes françaises, que l'augmentation des produits au nano-argent va créer une source supplémentaire d'argent et ainsi venir aggraver ces pollutions.

Luoma estime que l'avènement des nanotechnologies entraînera un plus grand usage de l'argent par l'industrie, et donc une plus grande dissémination dans l'environnement de l'élément argent lui-même. Il considère que les trois principales sources de contamination de l'environnement par l'argent sont :

- les produits fréquemment lavables contenant de l'argent (chaussettes anti-odeurs, etc.) ;
- les machines à laver le linge ou la vaisselle, ou autres appareils électroménagers fonctionnant avec de l'argent ;
- les piscines ou les spas utilisant l'argent comme bactéricide.

(Luoma, 2008, p.40, détail de ses calculs p.41)

De plus, nous avons vu que les nanoparticules ont des propriétés différentes (plus grande réactivité, etc.) (INERIS, 2007), qui pourraient, dans le cas de l'argent également, potentiellement décupler sa toxicité et la pollution environnementale.

1.3.4 Technosciences et nanotechnologies

La recherche technoscientifique en nanotechnologies avance à très grands pas et a déjà pris une avance considérable sur la recherche sur les risques associés, et donc sur la réglementation de ses usages.

Les nanotechnologies sont développées par de grands groupes (selon ETC Group²² en 2005, plusieurs centaines d'entreprises investissent dans la recherche et le développement des nanotechnologies) tout en étant soutenues par des initiatives publiques en Europe, aux

²² ETC Group : Action Group on Erosion, Technology and Concentration (Canada) : <http://www.etcgroup.org/>

Etats-Unis (avec la NNI, National Nanotechnology Initiative), au Japon, en Corée du Sud et à Taïwan principalement (selon Dupuy et Roure, en 2004).

En France, « les pouvoirs publics ont exprimé dès 2003 leur intérêt et leur appui au développement des nanosciences et des nanotechnologies » (Dupuy et Roure, 2004, p.9) et le plan Nano-Innov, lancé en 2009, représente un investissement de 70 millions d'euros²³, « qui s'ajoute au financement public de laboratoires et d'entreprises (CEA, STMicroelectronics, etc.) » (Pièces et Main d'œuvre, 2009²⁴). Aux Etats-Unis, la NNI a vu son financement s'accroître chaque année depuis sa création en 2001. Il était en 2009 de 1.5 milliards de dollars (Laurent, 2010). Comme le montre Laurent (2010), ces investissements des gouvernements n'ont pas pour objectif principal les avancées en recherche fondamentale mais les développements industriels rapides des applications.

Ces soutiens créent des synergies public-privé (Dupuy et Roure, 2004), qui s'inscrivent dans un contexte général d'orientation de la recherche scientifique à des fins de développement économique.

Un très bref détour par l'histoire des sciences

Si nous inscrivons les nanotechnologies dans le champ des technosciences, c'est que « les « technosciences » signalent à la fois l'enchevêtrement des deux pôles science et technique et la prépondérance du pôle technique, aussi l'expression technoscience est-elle appropriée "pour désigner l'activité scientifique contemporaine dans sa complexité et son originalité » (Hottois 1990, p.29).

Selon Gilbert Hottois, « dès les débuts de la science moderne du XV^{ème} au XVII^{ème} siècle, s'opère une mutation profonde dont nos technosciences sont la conséquence lointaine. Cette mutation va tirer le projet occidental des sciences du côté de l'opérateur », même si ses effets ne sont pas perceptibles immédiatement (Hottois, 1990, p.16).

Hottois montre en effet que l'avènement de la technoscience implique des changements dans l'objet des recherches : « D'une façon générale, le corrélat de la science ou du savoir

²³ Source : Site du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche : <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid25281/nano-innov-un-plan-en-faveur-des-nanotechnologies.html>

²⁴ Article du 1^{er} septembre 2009 : <http://www.nanomonde.org/> (consulté le 05/05/12)

traditionnel était l'essence de l'objet à connaître ; le corrélat de la technoscience est la plasticité de l'objet à manipuler (qu'il s'agisse de la matière physique, vivante ou pensante) » (*ibid.*). Dans ce même ordre d'idées, la notion de vérité change également : elle n'est plus une lumière faite sur le réel, ni une représentation symbolique de celui-ci, mais une « efficience technophysique » (Hottois, 1990, p.30). La technoscience est donc opératoire : elle permet l'action sur le réel. Ainsi, « les technosciences créent l'objet qu'elles explorent » (Hottois, 1990, p.29), ce qui est particulièrement vrai dans le domaine de la recherche sur les nanoparticules.

Selon Lévy-Leblond, si la coupure galiléenne marque la convergence des deux mouvements – technique et science, l'idée que le développement technique fait suite directe aux découvertes scientifiques n'émergera vraiment qu'au premier tiers du XIX^{ème} siècle. Dès 1850, la science féconde le développement technique et économique. Lévy-Leblond pense qu'elle est dorénavant « victime de son succès » : « désormais, l'économie est en demande par rapport à la science » (Lévy-Leblond, 2000, p.5) et elle la finance pour accélérer ses découvertes : c'est ce que Lévy-Leblond appelle « la commande », qui peut être publique ou privée. Cela, dit-il, a des conséquences sur la manière de faire de la science, dans la mesure où « la commande est en train d'inhiber une dimension proprement intellectuelle et spéculative de la science » (*ibid.*). Les exigences des développeurs techniques remonteraient désormais jusque dans les institutions de recherche. De plus, les budgets des grands groupes pour la recherche dépassent parfois ceux des institutions publiques. On est donc aujourd'hui confrontés à l'emprise du privé sur le développement scientifique, dont « la concentration des recherches génétiques avec Monsanto, la course aux brevets (...), le partenariat public-privé dans la recherche universitaire » (Legault, 2009, p.44) sont des exemples. Il ajoute que ceci est rendu possible par la réduction des délais entre le développement des connaissances et la production commerciale. Il suppose que « le contexte de la technoscience crée une pression supplémentaire pouvant conduire les chercheurs à manquer à l'intégrité scientifique » (Legault, 2009, p.45).

Selon Lévy-Leblond, (2000, p.15), l'étouffement de la science par la technoscience serait à la fois quantitatif (car on privilégie les recherches à court terme) et qualitatif, car « le mode d'organisation actuel de la science la rend de moins en moins capable de se livrer à

l'évaluation critique de sa propre production, et donc de donner un sens aux connaissances qu'elle produit ».

Dans le contexte de la technoscience, on est à même de se demander si certaines innovations technologiques, compte tenu des risques qu'elles comportent, constituent vraiment des avancées méritant d'être retenues.

1.3.5 La gestion des risques associés au développement du nano-argent

La production et la diffusion à grande échelle de produits au nano-argent entraînent des risques de pollution, de déséquilibre des écosystèmes, d'intoxications et de développement de résistances bactériennes. Ces risques pour la santé et l'environnement nous amènent à nous questionner sur son cadre législatif et réglementaire. On se heurte régulièrement au problème de la définition de « ce qui est nano ou ne l'est pas ». La définition d'une nanoparticule, quelle que soit la matière, ne fait toujours pas l'objet d'un consensus même si, comme nous l'avons vu plus haut, on juge dans la plupart des cas qu'elle doit avoir une dimension comprise entre 1 et 100 nm, y compris pour les nanoparticules d'argent. Dans le cas du nano-argent, les fabricants ne font pas toujours clairement la distinction entre l'utilisation d'ions argent et/ou de nanoparticules d'argent, alors que ces dernières sont elles-mêmes un réservoir d'ions argent, qu'elles diffusent en continu (AFSSET, 2010).

Ces questions entravent la mise en place d'une évaluation rigoureuse de ces innovations et de leur commerce. L'exemple de l'EPA (US Environmental Protection Agency) tentant de réglementer les produits du nano-argent comme des pesticides est caractéristique de cette situation : en 2008, l'ICTA (International Center for Technology Assessment) et le CFS (Center for Food Safety) ont adressé à l'EPA une pétition pour que les produits du nano-argent soient considérés comme des pesticides²⁵ notamment par le FIFRA (Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act)²⁶. Le problème est qu'ils ne disposent

²⁵ Source : <http://www.silvermedicine.org/nano-silver.html> (consulté le 05/09/13)

²⁶ Source : <http://blogs.edf.org/nanotechnology/2009/02/12/regulating-nano-silver-as-a-pesticide/> (consulté le 05/09/13)

d'aucun outil pour circonscrire la catégorie des « produits du nano-argent »²⁷. Il semble aujourd'hui que l'EPA ait surmonté ou contourné la difficulté en prenant des dispositions particulières pour répertorier et réguler les pesticides utilisant des nanotechnologies²⁸ d'un côté, et d'un autre pour les articles générant des ions²⁹, et notamment des ions argent.

1.3.6 L'exemple de la réglementation aux Etats-Unis

Il n'y a pas de réglementation ou de loi spécifique pour réglementer les nanotechnologies ou les nanomatériaux : « Nano-product manufacturers are still not required to identify nanoparticle ingredients on product labels, to conduct nano-specific safety tests on these ingredients, or to submit their products for approval prior to commercialization. » (FOE, 2009, p.31). Selon les Amis de la Terre, les produits au nano-argent pourraient pourtant être régis par les agences américaines suivantes :

²⁷ Source : <http://pubs.acs.org/ceñ/government/87/8748gov1.html> (consulté le 12/08/13)

²⁸ <http://www.epa.gov/pesticides/regulating/nanotechnology.html> (consulté le 05/09/13)

²⁹ http://www.epa.gov/oppad001/ion_gen equip.htm (consulté le 05/09/13)

Tableau 1.2 : Agences et actes susceptibles de réglementer le nano-argent aux Etats-Unis en 2009.

Federal agency	Relevant act	Comment
Environmental Protection Agency (EPA)	<ul style="list-style-type: none"> • Clean Air Act (CAA), • Clean Water Act (CWA), • Toxic Substances Control Act (TSCA), and the • Federal Insecticide, Fungicide, & Rodenticide Act (FIFRA, i.e., the pesticide law) 	To protect the environment and also regulate pesticide use
Food and Drug Administration (FDA)	• Federal Food, Drug, and Cosmetic Act	The impacts of many nanomaterial products, including drugs, food and food packaging, dietary supplements, medical devices, and cosmetics.
Consumer Product Safety Commission (CPSC)	• Consumer Product Safety Improvement Act	Oversees many types of consumer products, but in practice has very little pre-market authority and even less funding
Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	• Occupational Safety and Health Act	Has in principal authority over workplace health and safety issues, including the manufacturing of nanomaterials and nanoproducts

(FOE, 2009, p.31)

Selon les Amis de la Terre, les agences américaines (EPA, FDA, etc.) appliquent la méthode « all talk, no action » (FOE, 2009, p.32). La FDA organise des rencontres et autres initiatives, mais n'applique toujours pas de tests concrets aux nano-produits.

L'un des problèmes majeurs de la réglementation actuelle aux Etats-Unis sur les aliments par exemple, c'est qu'en l'absence de preuve de nocivité d'un produit on prétend à sa non-nocivité. C'est ce qui permet de prétendre, dans le cas des OGM, qu'ils sont « GRAS » (« generally recognized as safe »³⁰) en présupposant que leurs caractéristiques

³⁰ Définition sur le site de la FDA :

<http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/default.htm> (consulté le 21/08/12)

sont les mêmes que celles des plantes non OGM équivalentes. De la même façon, pour les nanotechnologies, la mesure GRAS ne prend pas en compte les nanomatériaux comme de nouvelles substances et les propriétés des nanoparticules par rapport aux particules de plus grande taille (Beaudoin *et al.*, 2012). Cette approche est appelée « no safety data, no problem » et la réglementation est alors basée sur les prétentions commerciales des producteurs. En conséquence, « if a manufacturer chooses not to make marketing claims about its product's nano content, there is a real possibility that a product could be treated as nanofree. » (FOE, 2009, p.33).

Pour les pesticides, Robin a très bien montré que les producteurs eux-mêmes, alors qu'ils sont soucieux de vendre leurs produits, sont impliqués dans les processus d'homologation et de mise en place des normes environnementales et sanitaires (Robin, 2008). Elle a par ailleurs démontré les liens entre la FDA et l'industrie, par exemple à travers l'affaire de la somatotropine bovine (hormone de croissance) transgénique fabriquée par Monsanto, introduite sur le marché américain en 1994 (*ibid.*).

Les additifs alimentaires et les nouveaux ingrédients requièrent une « premarket authorization » de la FDA. Mais l'évaluation de la FDA en vue de cette autorisation est basée sur les données de sécurité fournies par la firme productrice elle-même. De plus, une firme peut librement commercialiser un produit si les ingrédients qu'il contient ont déjà fait l'objet de cette autorisation. Ainsi, les nanoparticules ne nécessitent pas une nouvelle autorisation si elles sont déjà autorisées sous forme de particules plus grandes. Or, on sait que ce sont justement à leurs propriétés spécifiques que les nanoparticules doivent aujourd'hui le développement commercial et scientifique qu'on leur connaît.

1.3.7 L'exemple de la réglementation en Union Européenne

Pour l'instant, dans l'Union Européenne, l'argent et le nano-argent sont réglementés dans le cadre de REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals), faute de normes plus spécifiques. REACH enregistre tous les matériaux produits à hauteur d'une tonne ou plus, sans prendre en compte leur dimension macro ou

nano. De plus, REACH ne s'applique que dans le cas de substances manufacturées ou importées à raison de plus de 1000 tonnes ou plus par an³¹.

Les directives européennes sur les pesticides agricoles ne font pas non plus de distinction entre la forme macro et la forme nano d'un tel produit chimique (FOE, 2009). Il n'est pas autorisé en Europe d'utiliser l'argent comme pesticide. Cependant, les fortifiants végétaux, notamment à base de nano-argent, que l'on retrouve en Allemagne et dans d'autres pays européens sont dans le plus total vide juridique et réglementaire.

Les cosmétiques, quant à eux, tombent sous la directive cosmétiques³², qui est en voie d'être remplacée par une nouvelle réglementation qui prévoit de prendre en compte les nanoparticules dans leur spécificité (FOE, 2009). La directive cosmétique donne la définition suivante de nanomatériau : « matériau non soluble ou bio-persistant, fabriqué intentionnellement et se caractérisant par une ou plusieurs dimensions externe(s) ou par une structure interne, sur une échelle de 1 à 100 nm »³³.

L'ECHA (European Chemicals Agency) a adopté le 22 mai 2012 une nouvelle réglementation pour les produits biocides : The Biocidal Products Regulation (BPR, Regulation (EU) 528/2012). Ce règlement implique notamment une extension de la législation aux biens et matériaux traités avec des produits biocides³⁴, comme les emballages alimentaires ou le mobilier, ce qui est particulièrement pertinent dans le cas du nano-argent, sachant qu'il est utilisé dans la majorité des produits en contenant sous forme de revêtement. Cette loi sera mise en application à partir de septembre 2013.

³¹ Site de la Commission européenne :

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/nanomaterials/index_en.htm (consulté le 22/11/11)

³² Directive cosmétiques (texte):

<http://www.europarl.europa.eu/oeil/FindByProcnum.do?lang=fr&procnum=COD/2008/0035> (consulté le 22/10/11)

³³ Source : <http://www.nanonorma.org/news/parlement-europeen-nanomateriaux-et-produits-cosmetiques-proposition-de-reglement/?searchterm=cosm%C3%A9tiques> (consulté le 25/10/11)

³⁴ Source :

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/12/794&format=HTML&aged=0&language=FR&guiLanguage=en> (consulté le 25/10/11)

En France, l'article 42 de la loi Grenelle 1³⁵ prévoit une déclaration obligatoire des nanosubstances. Ce texte est rendu concret par les décrets du 17 février 2012 sur les nanomatériaux³⁶.

Certes, le 18 octobre 2011, la Commission européenne a adopté une recommandation sur la définition des nanomatériaux, qui servira de base aux modifications de la législation. Ainsi, « "Nanomaterial" means a natural, incidental or manufactured material containing particles, in an unbound state or as an aggregate or as an agglomerate and where, for 50 % or more of the particles in the number size distribution, one or more external dimensions is in the size range 1 nm - 100 nm. [...]»³⁷. Une évolution de la réglementation de REACH sur les nanomatériaux est actuellement à l'étude³⁸. À l'international toutefois, il n'y a toujours pas de consensus sur les standards de mesure permettant de qualifier avec précision les produits « nanos ».

1.4 Cadre d'analyse

Cette recherche sur le nano-argent, menée dans une perspective critique, s'inscrit dans une approche éco-santé globale et intégrée permettant, souligne Louise Vandelac, d'appréhender à la fois la genèse, les enjeux et les impacts socio-économiques, politiques, sociosanitaires et environnementaux de ce champ technoscientifique.

Cette approche est basée sur la mise en évidence des relations étroites entre la santé des individus, des populations et des écosystèmes (Vandelac, 2006). Selon le CRDI (Centre de Recherches pour le Développement International, Canada), 25% des maladies seraient

³⁵ Texte de l'article 42 :

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548&dateTexte=&categorieLien=id#JORFARTI000020949627> (consulté le 05/09/13)

³⁶ Source : <http://www.inrs.fr/accueil/header/actualites/decret-nanomateriau.html>

Décret 2012-232 :

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025377246&dateTexte=&categorieLien=id> (consulté le 05/09/13)

³⁷ <http://www.nanonorma.org/news/recommandation-de-la-commission-europeen-concernant-la-definition-des-nanomateriaux> (consulté le 21/08/12)

³⁸ <http://www.nanomaterialsconf.eu/documents/NanoReportingSystemFinalReport-20Jun10.doc> (consulté le 21/08/12)

liées à des causes environnementales³⁹. L'approche éco-santé pose les enjeux de santé dans un contexte global et met en évidence que nombre de problèmes de santé résultent d'un contexte de production sociale de telles pathologies. Ainsi, elle mise avant tout sur l'identification des facteurs de risques et sur leur prévention, soulignant ainsi les limites d'une conception de la santé centrée sur une approche curative, voire palliative. La santé environnementale est un secteur qui intéresse encore peu les pouvoirs publics, au vu de la quantité de moyens investis, en comparaison avec les secteurs médicaux et pharmaceutiques (Vandelac, 2006). Cette approche implique une vision multidisciplinaire et globale de ses objets, et interroge en profondeur les modes de production et de consommation de nos sociétés. Elle met l'accent sur l'importance de remonter aux facteurs globaux à l'origine des problèmes de santé, ce qui implique d'interroger la conception et la mise en œuvre des politiques publiques et des orientations économiques qui les sous-tendent.

Rappelons que la majorité des gouvernements des pays développés ont largement financé la recherche et le développement des nanotechnologies comme si cela relevait d'une nécessité économique et militaire stratégique, alors que plusieurs entreprises ont investi le domaine des nanotechnologies, considéré comme étant d'un intérêt commercial des plus significatifs. Ainsi, les nanotechnologies sont-elles souvent présentées par les Etats et les industriels comme un domaine plein de promesses, voué à l'amélioration des conditions de vie et au progrès technique. A ce type de discours s'opposent ceux de plusieurs associations écologistes (les Amis de la Terre, ETC Group, WWF...) et citoyennes (VivAgora), ainsi que de collectifs citoyens (Pièces et Main d'œuvre à Grenoble), qui se situent tantôt dans une perspective de dialogue et d'information, tantôt dans une perspective critique, voire parfois dans une optique de résistance.

Dans le cas de la diffusion massive du nano-argent, il est légitime de se poser la question primordiale du mode de gouvernance de ces développements. En effet, le système économique actuel est basé sur l'innovation et la compétitivité, tout en ayant besoin de l'appui de l'Etat, tant en terme d'investissement sous forme de soutiens financiers que lors de la mise en place d'encadrements juridiques de l'activité industrielle et

³⁹ Source : site du CRDI, programme Ecosanté : http://www.idrc.ca/FR/Programs/Agriculture_and_the_Environment/Ecosystem_Approaches_to_Human_Health/Pages/About.aspx (consulté le 06/09/13)

commerciale. Ainsi, la compétitivité de l'économie dépend-elle de la volonté de l'Etat d'instaurer une législation plus ou moins contraignante pour les industriels en terme de sécurité et d'information aux consommateurs. La faiblesse, voire l'absence de gouvernance caractérisant l'actuel domaine des nanotechnologies semble liée aux enjeux économiques stratégiques que certains états semblent faire prévaloir sur les risques environnementaux et de santé publique.

L'intérêt du nano-argent tient à ses propriétés antibactériennes. Son utilisation pour produire des articles de la vie quotidienne en version antibactérienne peut être considérée comme une dérive et une application purement commerciale d'une innovation technoscientifique dont la légitimité est discutable au vu des risques qu'elle comporte. La logique commerciale et économique prédomine donc dans ce domaine comme dans tant d'autres, et il convient d'identifier précisément les impacts de la production et de la distribution à grande échelle des produits au nano-argent et d'établir un rapport risques/bénéfices qui, comme nous le pressentons, pourrait s'avérer beaucoup plus favorable au producteur ou vendeur en termes de profits à court terme qu'au consommateur et à la société en général. Si le nano-argent prétend atténuer certains problèmes de santé, il risque en effet d'en créer d'autres, tant pour la santé que pour l'environnement. En favorisant cette logique du profit à court terme en l'absence de cadre réglementaire approprié, les Etats défendent une conception de l'économie dont la compatibilité avec les principes de développement durable et de modes de production et de consommation socialement responsables reste à démontrer.

Comme on le voit, c'est cette articulation fine des aspects politiques, économiques, sociaux et culturels et cette prise en compte de la complexité des phénomènes étudiés qui confèrent à l'approche éco-santé toute sa pertinence pour appréhender une telle question.

1.5 Objectifs

Ce mémoire a pour objectifs de comprendre comment les développements du nano argent résultent d'une véritable convergence d'intérêts économiques et sociopolitiques, s'appuyant sur un contexte socioculturel bien particulier, et d'en identifier les principaux dispositifs acteurs et enjeux.

1.6 Hypothèses

Le nano-argent prend la forme de revêtements, de tissus imprégnés de nanoparticules, de solution colloïdale, etc. Ces différentes formes sont reliées à différents usages, notamment la production d'articles antibactériens pour l'usage quotidien (appareils électroménagers, vêtements, produits d'hygiène, etc.), d'accessoires de soins médicaux (pansements, tissus chirurgicaux, etc.), ou encore de solutions destinées à la consommation directe dans un but thérapeutique, comme médecine alternative.

Si les articles au nano-argent peuvent être perçus comme une dérive de ce qui devrait être un usage purement médical d'un antiseptique, l'argent colloïdal utilisé comme médecine naturelle peut être tour à tour considéré comme un poison chimique vendu par des entrepreneurs peu scrupuleux profitant de la détresse de certains patients face à l'impuissance de la médecine conventionnelle devant certains cas, ou comme un remède relevant des médecines non conventionnelles résistant aux discours et lobbies de l'industrie pharmaceutique, dont l'efficacité irait jusqu'à mettre mal à l'aise ces géants, producteurs d'antibiotiques auxquels de plus en plus de bactéries résistent. Dans ce dernier cas de figure, le regain d'intérêt pour l'argent colloïdal dans le domaine des médecines alternatives pourrait être lié à la crise des antibiotiques, à une volonté grandissante de se soigner avec des médecines « naturelles » ou encore, dans certains pays, aux coûts de la médecine conventionnelle.

Nous faisons l'hypothèse que la technologie du nano-argent se développe selon deux axes : celui de la recherche de l'asepsie, tant dans le domaine médical et hospitalier que dans la vie quotidienne, et celui des médecines alternatives avec l'argent colloïdal, et nous proposons de mieux définir la frontière et les passerelles entre ces deux champs.

Notre seconde hypothèse est que le développement de ces produits, basé sur la rentabilité, exploite un creuset culturel favorable teinté de représentations hygiénistes et impliquant une vision de la santé personnelle, détachée de considérations globales et environnementales, ainsi que des valeurs comme l'individualisme et la performance reliées à une culture technoscientifique dans un contexte de course à l'innovation et au « progrès ».

1.7 Approche méthodologique

Cette recherche s'appuie sur une vaste revue de littérature scientifique, gouvernementale et grise, composée notamment de sources Internet, et sur la réalisation de deux larges inventaires de produits supposés contenir du nano-argent.

1.7.1 La démarche

Cette recherche a d'abord été menée dans une démarche inductive. Ayant d'abord constaté le manque de sources disponibles sur le nano-argent, ses principaux produits et les firmes productrices, nous avons été amenée à documenter ces développements dans le cadre des recherches CRSH et NE3LS. Plus particulièrement, lors des recherches menées sur les applications des nanotechnologies dans le domaine de l'agroalimentaire, le nano-argent nous est apparu comme un sujet saillant dans le champ émergeant des nanotechnologies. Nous avons alors commencé à nous intéresser aux différents produits au nano-argent existant en dehors du spectre des « nanofoods », ainsi qu'aux différentes promesses prêtées à ces produits. Les ressources Internet sur l'argent colloïdal se sont d'abord révélées riches en contradictions et en débats, ce qui n'a pas manqué d'attirer notre attention et d'éveiller notre volonté de cerner au mieux le domaine du nano-argent.

L'approche déductive a été utilisée lorsque nous avons été en possession de nos propres données. En effet, considérant qu'il n'existe actuellement pas d'inventaire exhaustif des produits au nano-argent régulièrement mis à jour (celui du PEN, interrompu en 2011, reposant sur l'unique déclaration des producteurs), nous avons décidé de réaliser nous-même un inventaire de ces produits au début de l'année 2012. Ces données ont ensuite été utilisées dans le cadre de ce travail pour la réalisation de statistiques sur la provenance des produits, leur nature, leur utilisation. Nous avons également réalisé une analyse qualitative de certaines données de ces inventaires, notamment des arguments de vente, afin de déterminer quels sont les principaux axes du discours autour du nano-argent, qui est pour l'instant, à défaut d'information publique sur les nanotechnologies, largement monopolisé par l'argumentaire publicitaire des producteurs et vendeurs de ces produits.

1.7.2 Revue de littérature

Une revue de littérature a été menée dès le début de la recherche, entre septembre et décembre 2011, afin de rassembler l'information déjà disponible sur le sujet et de le contextualiser au mieux. Nous avons utilisé la base de données Medline pour identifier des articles dans le domaine de la médecine et de la biologie sur les effets (toxicité, potentiel antibactérien, applications thérapeutiques, etc.) du nano-argent et de l'argent colloïdal. Nous employions alors les mots-clés « nano silver » et « colloidal silver ». Nous avons ainsi examiné de nombreux articles de revues telles *Journal of Nanobiotechnology*, *International Journal of Nanomedicine*, *Metal-Based Drugs*, *Applied and Environmental Microbiology*, *Nanotoxicology*. La revue de littérature d'articles scientifiques sur le nano-argent et l'argent colloïdal a été utilisée à la fois de façon qualitative (revue des abstracts et occasionnellement des articles complets sur une trentaine d'articles afin de situer les principales théories et enjeux du débat) et quantitative (étude du nombre d'articles recensés sur ce thème en fonction des années).

Dans le cadre de l'approche globale qui a été la nôtre, nous avons également examiné nombre d'articles scientifiques à caractère général ainsi qu'une vaste littérature faite d'ouvrages et de rapports d'instances publiques sur les technosciences et les nanotechnologies, dont nous retrouvons la liste en bibliographie.

Nous avons aussi consulté des articles de journaux, de blogs et des forums sur Internet, dans le but d'identifier les acteurs du débat et ses principaux enjeux, ce qui a permis d'identifier des sources d'information, auxquelles nous nous intéressons plus particulièrement au chapitre trois.

Afin de répondre à notre première hypothèse, selon laquelle le champ du nano-argent se développerait selon les deux axes des produits au nano-argent à usage externe et de l'argent colloïdal à usage interne, nous avons réalisé une revue de littérature nous aidant à documenter les liens entre l'argent colloïdal et les médecines non conventionnelles, en tentant notamment de cerner les raisons du succès des médecines alternatives et le type de public qu'elles attirent. Ainsi, nous avons pu entrevoir certains liens entre la production d'information sur l'argent colloïdal, des idéologies relevant d'un retour à des modes de vie plus simples et « naturels », et des entreprises commercialisant des produits à base de colloïdes et de nano-argent.

Enfin, nous avons réalisé une revue de littérature sur l'histoire de la santé publique, les normes sociales en matière d'hygiène et les dispositifs d'administration du vivant, selon les mêmes voies décrites précédemment, afin de comparer nos observations et conclusions découlant de l'analyse des inventaires avec notre hypothèse portant sur le creuset culturel favorable au développement des produits au nano-argent dans le contexte du libre marché. Nous avons tenté, au travers notamment des écrits de Bourdelais, Corbin et Memmi, d'expliquer sur quoi s'appuient les représentations auxquelles les arguments publicitaires décrits dans le chapitre deux font appel, en revenant sur le développement de l'idéologie hygiéniste au XIX^{ème} siècle en occident, les rouages des processus d'individualisation de ces sociétés et l'avènement de la technoscience.

Pour ces trois derniers domaines, nous avons utilisé la base de données Francis, le moteur de recherche Google Scholar, le site Internet de la bibliothèque de l'UQAM et les sites Internet d'organismes de veille technologique (AVICENN) et ceux d'organismes publics (le BfR allemand, AFSSET, Woodrow Wilson Center) et d'ONG (les Amis de la Terre, VivAgora) dans le cas de la littérature sur les nanotechnologies.

1.7.3 L'enjeu des sources pour ces sujets émergents

Une très grande partie de l'information sur le nano-argent a actuellement pour origine des sources commerciales, ou est liée à des intérêts commerciaux. Ainsi, les informations sur les thérapies à l'argent colloïdal sont-elles essentiellement relayées par des producteurs d'argent colloïdal eux-mêmes. Par ailleurs, nous avons évoqué plus haut que les gouvernements encouragent et soutiennent le développement des nanotechnologies, en facilitant notamment l'apparition de leurs applications industrielles sur le marché.

Les études toxicologiques, lorsqu'elles sont réalisées en étant financées par des fonds privés et notamment par ceux de firmes développant elles-mêmes des nano-produits, souffrent d'un manque flagrant d'indépendance.

Par ailleurs, Beaudoin *et al.* (2012) montrent que, dans le seul domaine des *nanofoods*, les différents inventaires réalisés varient considérablement quant à leur contenu. En outre,

ces données ne rendent pas compte des recherches effectuées par des firmes qui n'en ont pas encore commercialisé les applications, et qui sont réalisées sous couvert de secret industriel (Benoit Browaeys, 2009, dans Beaudoin *et al.*, 2012), alors que certaines firmes cachent ou diffusent ces informations au gré de la cote de popularité des nanotechnologies dans l'opinion publique (Beaudoin *et al.*, 2012).

1.7.4 Méthodologie des inventaires

Plusieurs inventaires de produits contenant des nanoparticules ont déjà été réalisés par divers organismes, notamment le PEN (Project on Emerging Nanotechnologies) jusqu'en 2011⁴⁰. Cependant, ce dernier reposait uniquement sur la déclaration volontaire des industriels, ce qui en constitue une limite évidente considérant les réticences des producteurs à communiquer sur les contenus « nano » de leurs articles. De plus, le marché des produits au nano-argent est en pleine évolution et connaît une expansion rapide. C'est pourquoi nous avons jugé pertinent, tant dans le cadre des projets de recherche que dans celui de ce mémoire, de réaliser notre propre inventaire, qui se veut une photographie de ce que l'on peut trouver comme produits se réclamant « nano-argent » à un moment précis. Suite aux travaux d'exploration sur les produits nano menés dans le cadre des recherches sur les *nanofoods* de l'été 2011, nous avons réalisé cet inventaire spécifique sur le nano-argent sur une courte période de temps : du 14 janvier au 12 février 2012⁴¹.

Nous avons fait l'hypothèse que l'argent colloïdal était un produit qui se détache du champ du nano-argent tel qu'il se développe actuellement dans l'industrie. C'est pourquoi nous avons choisi de réaliser un inventaire séparé des firmes produisant ou vendant de l'argent colloïdal à usage thérapeutique. L'autre inventaire regroupe donc tous les produits n'étant pas de l'argent colloïdal à usage dit « thérapeutique ».

Les deux inventaires ont été séparés selon le critère suivant : l'inventaire 2 « argent colloïdal à visée thérapeutique » est constitué de solutions de colloïde d'argent et

⁴⁰ <http://www.nanotechproject.org/> (consulté le 06/09/13)

⁴¹ Les sites internet en relation avec les produits, amenés à être modifiés régulièrement, ont donc été consultés exclusivement au cours de cette période.

d'appareils permettant d'en produire soi-même, le tout étant destiné à la consommation directe.

L'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique » regroupe tous les autres produits « nano argent » : produits manufacturés et matériaux destinés à l'industrie.

Méthodologie de l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique »

Le logiciel en ligne Google Docs tableur a été utilisé, ainsi que Excel et SPSS pour l'étude quantitative.

Les produits de l'inventaire 1 ont été sélectionnés selon les critères suivants : nous avons considéré tous les produits se réclamant contenir du nano argent, ou être du nano-argent (donc toutes les descriptions contenant « nano silver »), ou encore dont la dénomination par le fournisseur incluait les mots « nano silver ». Il convient de garder à l'esprit qu'actuellement, en l'absence de législation spécifique pour les nanomatériaux, la mention du nano-argent dans la description d'un produit ne repose que sur l'initiative du producteur ou du vendeur, et que cette mention, lorsqu'elle est faite, prend souvent une connotation publicitaire.

Le moteur de recherche du site EC21 (un « B2B », soit site « Business to business ») nous a été d'une grande aide dans la recherche de ces produits. Lors de la deuxième quinzaine de janvier 2012, pour la requête « nano silver », il donnait 461 produits provenant de 233 fournisseurs.

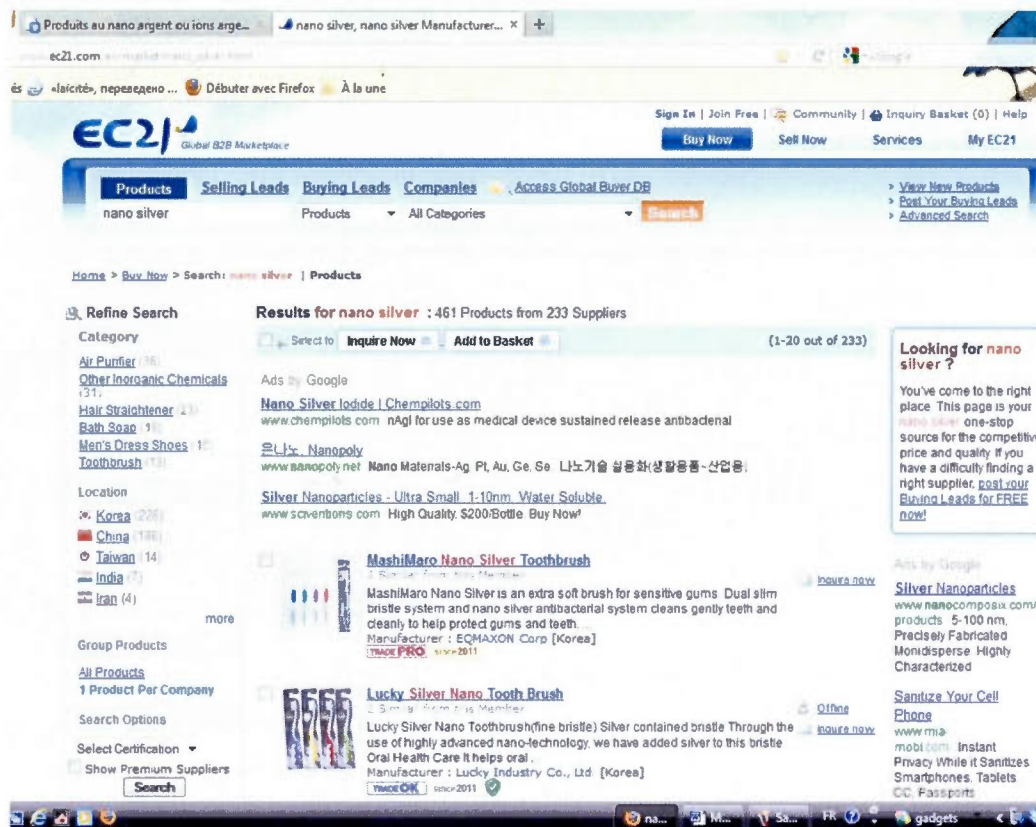


Figure 1.2 : Page Internet du site EC21 avec la requête « nano silver » en janvier 2012 (capturé le 27/01/2012)

Bien entendu, le moteur de recherche faisant des erreurs, tous ces produits ne prétendaient pas contenir du nano argent. Par exemple, nous y avons trouvé de nombreux accessoires pour « I-pod Nano », disponibles dans le coloris « silver ».

De la même façon, nous avons utilisé le moteur de recherche du site Alibaba.com (aussi un « B2B »), de nouveau avec la requête « nano silver ». Celui-ci a alors trouvé 17434 produits.

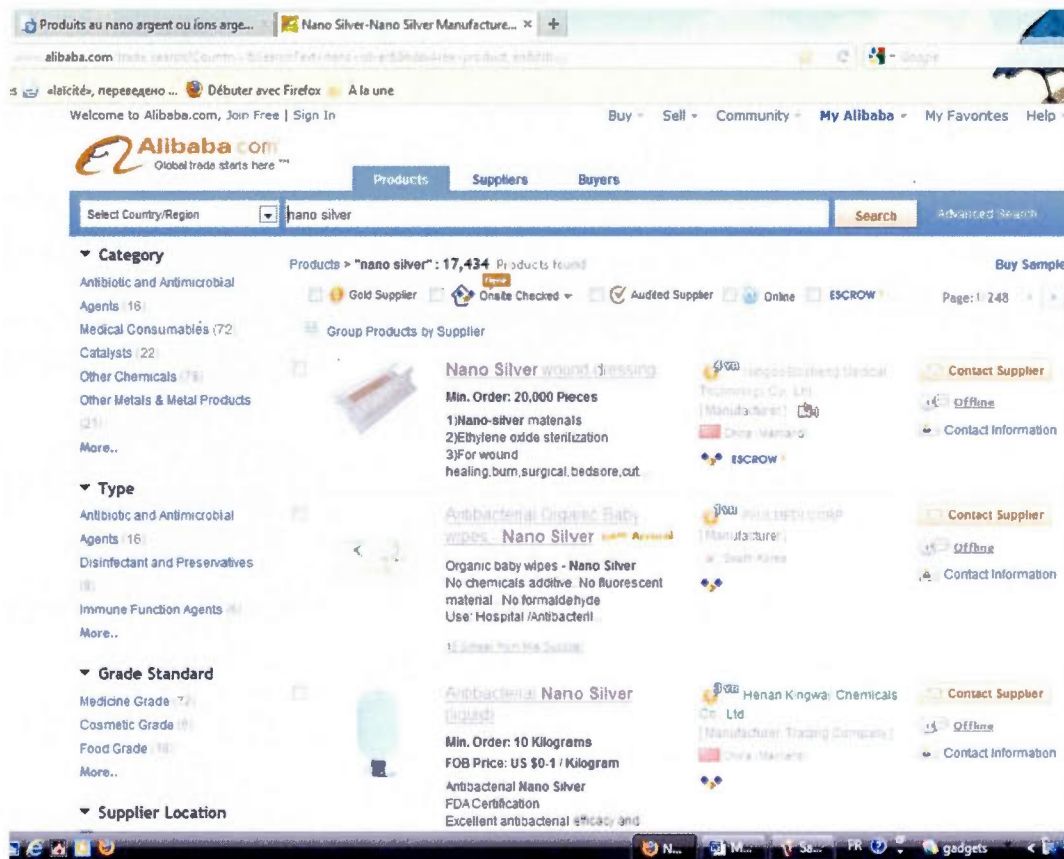


Figure 1.3 : Page Internet du site Alibaba avec la requête « nano silver » en janvier 2012 (capturé le 27/01/2012)

Nous avons examiné attentivement les 1600 premiers produits, jusqu'à arriver à une certaine saturation. En effet, le moteur de recherche affiche les produits les plus pertinents pour la requête dans les premières pages. Nous avons stoppé l'exploration lorsque nous ne trouvions plus de produits clamant contenir du nano-argent que nous n'avions pas déjà recensés (notamment à partir du site concurrent EC21), prenant le risque que quelques produits pertinents se retrouvent dans les pages suivantes.

Nous ne pouvons donc pas prétendre qu'il n'y aurait que les 563 produits au nano-argent de notre inventaire sur le marché, mais on comprendra que l'analyse exhaustive des 17434 produits dépasse de loin le cadre d'un tel mémoire et qu'il s'agit davantage pour nous de dégager des lignes de force des développements du nano-argent. Par ailleurs, comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe sur EC21, de nombreux produits répondant à la requête « nano silver » n'ont aucun rapport avec les produits au nano-argent.

Nous nous sommes également laissée guider par des annonces Google du type
« [www....com : Find Nano-silvers at Great Prices.](#) »

Nous avons aussi utilisé le site français Leguide.com, qui est un moteur de recherche pour les revendeurs sur l'Internet français. Il nous a permis de trouver des produits vendus directement aux consommateurs en ligne, mais très souvent pas les firmes productrices (les revendeurs n'indiquent pas la provenance des produits).

Enfin, quelques produits ont été dénichés grâce à la consultation d'inventaires déjà existants (PEN, rapport VivAgora 2010), mais toujours après vérification que le produit était toujours en vente et après avoir retrouvé sa trace sur au moins un site Internet.

Chaque ligne de l'inventaire correspond à un produit ou à une ligne de produits. Ainsi, seize colonnes ont été établies pour permettre de cerner l'origine de ces produits, les firmes productrices, les fonctions de ces produits, les formes de l'argent, ce que les vendeurs en disent, les éventuels brevets et certifications. On trouve ci-dessous les contenus de chacune de ces colonnes.

Les colonnes de l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique »

« Pays »

Cette colonne indique le pays d'origine du produit, c'est-à-dire la localisation de l'entreprise fournie par le producteur ou par le vendeur. Même si les divers intermédiaires commerciaux brouillent quelque peu les statistiques réalisées à partir de ces données, nous verrons tout de même apparaître des tendances claires en matière de pays producteurs d'articles au nano-argent.

« Firme ; produit ; description ; informations (lien) »

Ces colonnes ont pour but d'informer le lecteur, de décrire et d'identifier le produit et sa fonction. Le nom des produits a par ailleurs permis d'éviter de compter certains produits en double lorsqu'ils sont commercialisés par des revendeurs.

« Catégorie »

Après avoir réalisé l'inventaire, nous avons établi vingt catégories selon la nature et la fonction des produits, qui nous semblent couvrir au mieux leur grande diversité, afin de déterminer quels usages du nano-argent sont les plus répandus. Ces catégories sont les suivantes : hygiène, cuisine, médical, industrie, filtres à air, filtres à eau (filtres pour piscines et spas), filtres à eau A (filtres à eau pour la consommation), cosmétiques, stockage, vêtements, bureau, construction, ménage, ameublement, coiffure, literie, bijoux, éclairage, jardinage, suppléments alimentaires.

« Forme de l'argent »

Nous avons créé cette colonne afin de rendre compte de ce que disent les producteurs et vendeurs du contenu de leurs produits. Nous rappelons que les produits considérés dans cet inventaire sont ceux dont les vendeurs clament qu'ils contiennent du nano-argent, ou « nano-silver ». Comme le terme nano est utilisé dans la description du produit, nous avons considéré par défaut qu'il contient des nanoparticules d'argent. En revanche, si le vendeur emploie le terme nano-argent mais précise la forme de l'argent, nous avons considéré cette dernière information. Ainsi, les occurrences possibles ici sont « nanoparticules », « ions », « colloïde » et « argent massif ».

« Date de fondation de la firme »

Cette information, lorsqu'elle était disponible, nous donne des indications sur le profil des firmes qui produisent les articles au nano-argent : ont-elles été créées en même temps que leurs produits au nano-argent ou sont-elles des firmes plus anciennes innovant aujourd'hui dans ce domaine ?

« Ce qu'ils disent »

Cette colonne est utilisée dans l'étude qualitative, notamment pour classifier les arguments de vente des producteurs et vendeurs et déterminer les principaux axes de cette argumentation.

Certaines données, compte-tenu de leur caractère ponctuel, n'ont pas été pleinement exploitées dans le cadre de ce travail. Le manque d'exhaustivité de ces données, qui était impossible à prévoir au départ, nous a néanmoins conduit à les prendre en compte dans

l'inventaire car elles peuvent éclairer certaines analyses ponctuelles. Il s'agit des colonnes suivantes :

« Ville, région-état »

Nous n'avons pas exploité systématiquement cette information, jugeant plus pertinent de nous en tenir à l'échelle des pays, étant donné que de nombreux pays n'abritent qu'un nombre restreint de firmes produisant du nano-argent. Nous nous sommes cependant intéressée à la répartition des firmes dans les régions chinoises, vu le grand nombre de compagnies productrices d'articles au nano-argent dans ce pays, afin de déterminer si on pouvait identifier des concentrations de ces entreprises dans certaines villes.

« Brevets »

Il a été difficile, à partir des sources examinées, de déterminer si ces produits ont fait l'objet de brevets. En général, les firmes possédant des brevets en font mention, au moins à titre de publicité. Cependant, pour de nombreux produits, le brevet ne porte pas sur la fonction antibactérienne, mais sur la fonction principale du produit (pour un lisseur à cheveux, c'est la technique de lissage qui est brevetée et non pas le revêtement de nano argent qui le rend aussi antibactérien).

« Usagers auxquels le produit est destiné »

Les occurrences possibles ici sont « tous » quand les usagers visés ne sont pas précisés (ou tous les publics sont visés), « femmes », « femmes enceintes », « hommes », « adultes », « enfants en bas âge », « animaux d'élevage », « animaux de compagnie », « diabétiques », « industriels » (lorsqu'il s'agit de matériaux ou de machines à usage industriel), « recherche », « travailleurs », « sportifs », « armée », « professionnels de santé » et « professionnels de la construction ». Nous avons donc, pour cette colonne, considéré directement les informations données par les producteurs et vendeurs.

« Nombre de salariés ; données financières sur la firme »

Nous n'avons pas exploité ces données par manque de précision des informations et parce que nous n'avons pas pu les trouver pour chacune des firmes. Néanmoins, nous pouvons dégager qu'il s'agit le plus souvent, dans le cas des produits au nano-argent, de grandes

entreprises voire de multinationales pour certaines, et dans le cas de l'argent colloïdal de firmes de taille plus réduite.

« Cadres réglementaires et certifications »

Cette colonne vise à documenter la diversité des exigences de mise en marché de différents pays. Il n'y a pas de cadre réglementaire affirmé, mais on fait référence à des outils de certification et de réglementation. Cette information est demeurée très rare, et il est difficile de savoir si cela est dû à l'absence d'exigences (peu probable), à l'absence de demandes ou à l'absence de documentation par les vendeurs sur le site Internet.

« Remarques »

Cette dernière colonne signale la plupart du temps l'absence de site Internet d'une compagnie, ou souligne des liens observés ou supposés entre certaines firmes, par exemple une firme revendant les produits d'une autre firme de l'inventaire, afin de repérer les risques de doublons. Bien qu'elle donne quelques renseignements sur les principaux clients de certaines entreprises, cette information était tellement rare que nous n'avons pas jugé pertinent de créer une colonne supplémentaire pour la répertorier.

Les limites de l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique »

Dans l'ensemble, la barrière de la langue (notamment pour les firmes asiatiques) n'a pas été un problème, car la plupart des firmes disposent d'un site Internet en anglais, ce qui témoigne de leur intérêt pour l'exportation. D'ailleurs certaines d'entre elles ont un site quadrilingue anglais-chinois-coréen-japonais.

Les informations concernant le nombre d'employés de la firme, son année de fondation et les renseignements d'ordre financier ont été souvent recueillis sur les sites de vente en ligne EC21 et Alibaba, onglet « Company Profile ». Or, les renseignements de ces sites, lorsqu'ils ont pu être vérifiés sur le site Internet de la firme en question, se sont parfois révélés inexacts. Ils sont donc donnés à titre indicatif, afin de nous renseigner brièvement sur la taille et l'ancienneté d'une entreprise, et donc sur l'importance qu'elle peut avoir sur les marchés.

De plus, de nombreuses firmes asiatiques ont été dissoutes, rachetées, ou ont changé de nom et de spécialisation, certaines sont devenues des branches spécialisées d'une société plus ancienne et ont donc une date de fondation plus récente, etc. Par exemple :

« DAERYUK is manufacturer of Lighting Reflector and LED Lightings in KOREA. Daeryuk Technology LTD is R&D focused enterprise since the establishment in 2005 as branch of DAERYUK CORPORATION which was founded in 1979. The company focused the development of new LED technology »⁴²

Il est possible que certains produits aient été comptés en double, car ils sont parfois vendus par plusieurs fournisseurs et le producteur n'est pas toujours spécifié clairement. Nous avons tenté d'éviter cette situation en restant attentive aux lieux de vente (plusieurs revendeurs dans une même ville proposent souvent les mêmes produits), au nom exact des produits, à leur description, aux photographies, etc. Quelques erreurs ont cependant pu se glisser dans l'inventaire.

Compte tenu du développement du domaine et malgré les efforts de rigueur effectués pour le cerner, nous sommes consciente que certaines données peuvent être manquantes ou inexactes, elles sont donc à prendre avec une certaine précaution, bien qu'elles traduisent pour l'essentiel des tendances lourdes.

Méthodologie de l'inventaire 2 « argent colloïdal à visée thérapeutique »

Le logiciel Word Office a été utilisé, ainsi que Excel et Google Docs pour la réalisation de la carte de la provenance des produits.

Nous avons centré l'inventaire 2 « argent colloïdal à visée thérapeutique » sur les compagnies et non sur les produits, contrairement à l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique », car cet inventaire est par essence restrictif quant à la diversité des produits qu'il contient (uniquement de l'argent

⁴² source : http://www.alibaba.com/product-tp/121688209/NANO_SILVER_CAP.html (consulté le 23/01/12)

colloïdal de diverses concentrations et des générateurs d'argent colloïdal), et qu'il nous importe avant tout de cerner les acteurs de ce marché.

Pour identifier les firmes et les produits, nous avons utilisé Google dans plusieurs langues, l'ancien inventaire du PEN, les annonces Google, mais surtout les forums sur lesquels les gens s'échangent leurs bonnes adresses de fournisseurs⁴³.

Les colonnes de l'inventaire 2 « argent colloïdal à visée thérapeutique »

Cet inventaire « argent colloïdal à visée thérapeutique » est centré sur les firmes et non sur les produits. Néanmoins, tout comme pour l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique », ces renseignements portent sur le lieu d'origine, l'identification de la firme et des produits, les prix et les modes de vente.

« Pays, ville, état »,

La provenance géographique des produits permet d'identifier les pays ou régions où l'argent colloïdal est le plus utilisé avec une visée thérapeutique.

« Nom de la compagnie et date de création »

Ce renseignement permet d'identifier les produits plus facilement et d'éviter des doublons. Nous avons également relevé, quand cela était possible, la date de fondation de la firme afin de donner une idée de l'ancienneté de ces entreprises, même si nous n'avons pas réalisé de statistiques à partir de ces données par manque d'exhaustivité.

« Ce qu'ils vendent »

Cette colonne nous renseigne sur les produits que commercialise la firme. Certaines sont en effet spécialisées dans la production et le commerce d'argent colloïdal, pendant que d'autres vendent des produits de « santé naturelle » de toutes sortes, ou encore des produits de parapharmacie (produits vendus en pharmacie qui ne sont pas des médicaments).

⁴³ Exemples de forums :

<http://novusordoseclorum.discutforum.com/t2793p15-livre-argent-colloidal>

http://www.big-forum.fr/big-forum_mes-Sante-790_0.php (consultés le 13/07/12)

« Leur colloïde d'argent »

Nous indiquons ici le nom du ou des produits vendus par la firme étant des solutions d'argent colloïdal ou des générateurs permettant d'en produire soi-même.

« Prix »

Cette section sur le prix du ou des produits « argent colloïdal » commercialisés par la firme en fonction de ses caractéristiques et mis en relation avec le volume (nous avons tenté de comparer les prix à volume égal) et la concentration, ou encore celui des générateurs, donne une idée sommaire de l'importance économique de ce commerce. Cela aide à comparer le coût de ces produits à l'échelle nationale et internationale. Ces données ont été peu utilisées dans le cadre de ce travail, où le volet d'analyse socio-économique n'a pu être davantage poussé vu l'ampleur du sujet et les contraintes de temps.

« Modes de vente »

Les modes de vente de chacune de firmes : vente par Internet, boutiques ou revendeurs, sont parfois complétés par des consultations à caractère médical. Ces informations permettent notamment d'évaluer la portée internationale de certaines firmes.

« Remarques »

Cette colonne, comme pour l'autre inventaire, a permis de signaler notamment les distributeurs (quand nous avons pu les identifier) et les liens entre les firmes (certaines revendent les produits d'autres).

Les limites de l'inventaire 2 « argent colloïdal à visée thérapeutique »

L'inventaire « argent colloïdal à visée thérapeutique » vise moins l'exhaustivité que l'inventaire 1. En effet, ces firmes ont souvent une assez faible visibilité sur Internet, de par leur petite taille et leur vocation alternative. L'absence de larges distributeurs et la barrière des langues sont alors des obstacles importants et nous n'estimons pas avoir atteint de point de saturation lors des recherches.

Globalement, si ces deux inventaires constituent, à notre connaissance, les premiers permettant de brosser un portrait global des lignes de force du domaine, il convient

néanmoins de souligner que ce portrait du développement des nanos mériterait de faire l'objet d'un suivi systématique et pérenne avec des outils d'analyse encore mieux adaptés. Or cela exige des moyens beaucoup plus conséquents que seul un observatoire de recherche ou un organisme international indépendant pourraient être en mesure d'assurer. Que ce mémoire montre l'intérêt de la question et mette en évidence une telle nécessité, constitue déjà un apport significatif

CHAPITRE II

L'ÉTAT DU CHAMP DU NANO-ARGENT

Nous nous proposons dans ce chapitre de cerner la diversité des marchés des produits contenant du nano-argent et d'identifier les motivations de leurs acheteurs, afin d'en permettre une analyse ultérieure plus large intégrant l'analyse de leurs substrats culturels. Dans un premier temps, nous allons dresser un état des lieux des produits au nano-argent actuellement sur le marché afin d'en dégager les lignes de force : de quels types d'articles s'agit-il, à quoi servent-ils, où sont-ils fabriqués ? Nous examinerons ensuite les aspects mis en valeur par les promoteurs dans l'espoir de rendre ces produits attrayants et de contribuer ainsi au développement de ce marché.

2.1 Etude quantitative sur les produits au nano argent de l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique »

Les tableaux et graphiques suivants ont tous été réalisés à partir des données de l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique », réalisé entre le 14 janvier et le 12 février 2012. Cet inventaire regroupe tous les produits dont le producteur ou le vendeur clame qu'ils contiennent du nano-argent, à l'exception des solutions d'argent colloïdal à visée thérapeutique et des générateurs permettant d'en produire soi-même. Nous avons répertorié entre ces dates 563 articles distincts produits par 438 firmes différentes et provenant de 29 pays.

Nous constatons d'abord que les principaux pays producteurs de produits contenant du nano-argent sont concentrés en Asie (Chine et Corée du Sud). La majorité des firmes les produisant ont été fondées dans les années 2000.

Selon les allégations des producteurs et des vendeurs, plus de 9 produits sur 10 contiendraient des nanoparticules d'argent. Cet inventaire présente une étonnante diversité de produits, que nous avons classifiés en catégories. Si l'on exclut les nanomatériaux à usage industriel, les catégories les plus représentées pour les produits finis sont les produits d'hygiène, les vêtements, les accessoires de coiffure, les produits ménagers et les filtres à air et à eau.

2.1.1 La provenance géographique des produits

Comme en témoigne le diagramme ci-dessous, la Chine et de la Corée du Sud occupent une place prédominante dans la production et la vente de produits au nano-argent (>200 produits). De nombreux pays, tels le Canada, l'Italie et l'Iran, ne sont représentés que par un petit nombre de produits (<10 produits). Seuls Taïwan, l'Inde, la Malaisie et les USA s'en démarquent avec un éventail de 10 à 50 produits.

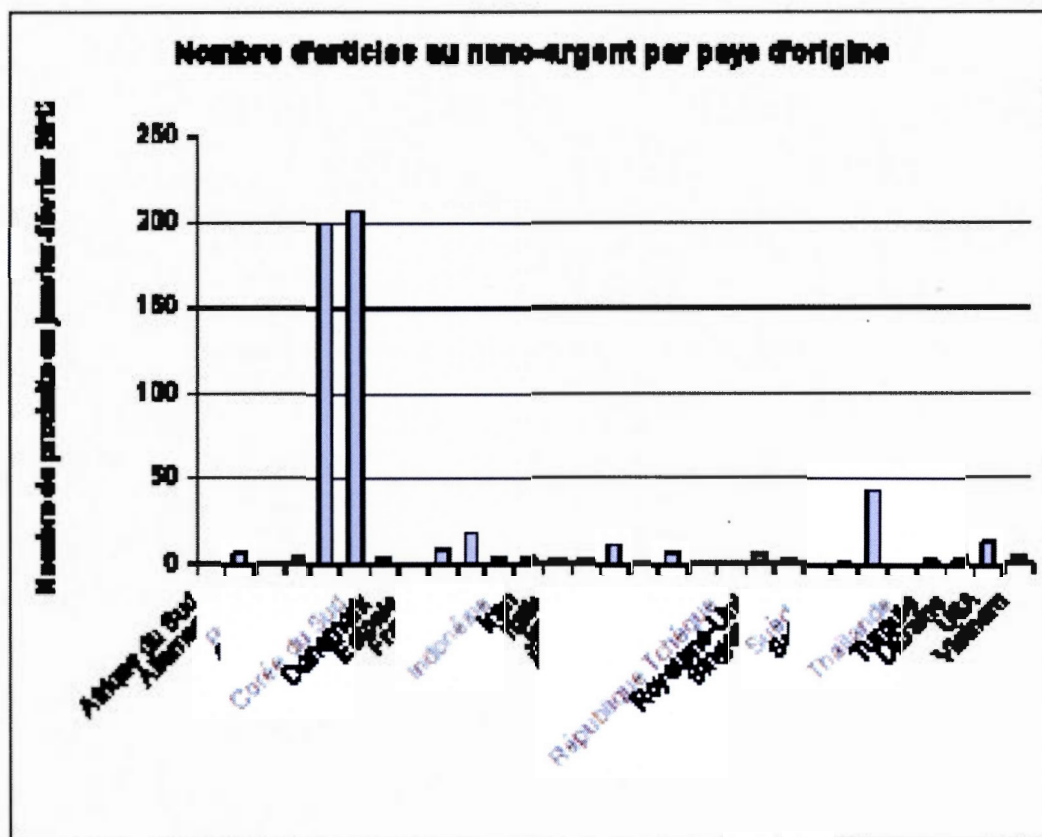


Figure 2.1 : Principales sources commerciales de produits au nano-argent par pays d'origine en janvier-février 2012

Les données du diagramme sont précisées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1 : Fréquence des produits au nano-argent par pays d'origine en janvier-février 2012

	Fréquence	Pourcentage
Afrique du Sud	1	0,2
Allemagne	7	1,2
Brésil	1	0,2
Canada	3	0,5
Chine	200	35,5
Corée du Sud	207	36,8
Danemark	3	0,5
Estonie	1	0,2
France	9	1,6
Inde	19	3,4
Indonésie	3	0,5
Iran	4	0,7
Italie	2	0,4
Japon	2	0,4
Malaisie	12	2,1
Mauritanie	1	0,2
Pologne	7	1,2
Porto Rico	1	0,2
République Tchèque	1	0,2
Royaume-Uni	6	1,1
Singapour	2	0,4
Suède	1	0,2
Suisse	2	0,4
Taiwan	44	7,8
Thaïlande	1	0,2
Turquie	3	0,5
Ukraine	3	0,5
USA	14	2,5
Vietnam	3	0,5
Total	563	100

La carte suivante permet de mieux visualiser la répartition géographique des sources commerciales de produits au nano-argent. Elle a été réalisée à partir des données du tableau ci-dessus. L'échelle de couleurs correspond au nombre de produits pour chaque pays, allant du blanc pour 0 produit provenant de ce pays, au gris foncé correspondant au maximum de 207 produits.

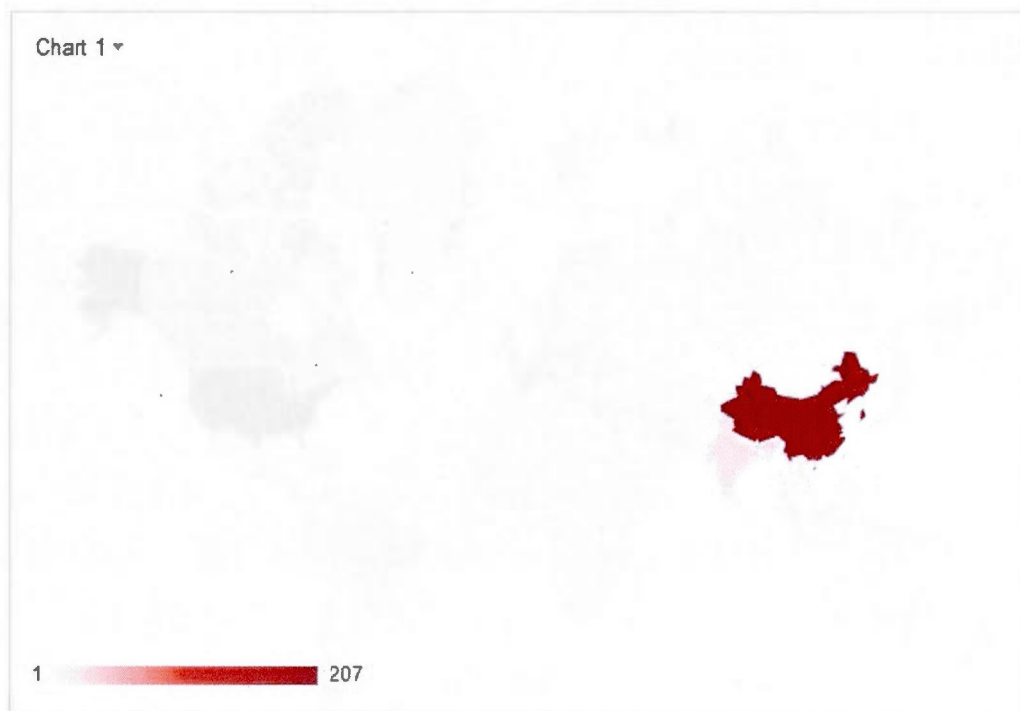


Figure 2.2 : Carte de la répartition des produits au nano-argent par pays d'origine en janvier-février 2012

(échelle : nombre de produits par pays)

Cette carte a cependant pour défaut de ne pas rendre compte de la répartition des firmes à l'intérieur même des pays. En effet, pour un pays comme la Chine, gros producteur d'articles au nano-argent, on est à même de se demander si cette production ne se concentre pas dans certaines régions ou villes.

En Chine, la région du Fujian comprend dans la ville de Xiamen l'une des quatre ZES (Zones économiques spéciales), qui sont des zones d'économie plus libérale (réductions fiscales, aides à l'installation, etc.) que dans le reste du pays, destinées à attirer les capitaux étrangers. Sept firmes produisent des articles au nano-argent dans la seule ville de Xiamen.

Les trois autres ZES de ce pays sont situées dans la province du Guangdong, d'où proviennent pas moins de 58 produits issus de 53 firmes différentes. Parmi ces firmes, 28 (produisant 29 produits) sont implantées dans la seule ville de Shenzhen, bénéficiant elle-même d'une ZES.

Les firmes répertoriées dans notre inventaire sont issues des régions côtières de la Chine (Guangdong, Fujian, Zhejiang, Jiangsu et Honk-Kong), qui sont également les plus industrialisées⁴⁴.

2.1.2 Les catégories

Les produits de l'inventaire 1 ont ensuite été répartis en vingt catégories, dans le but de mieux rendre compte du large éventail d'applications du nano-argent dans l'industrie.

Ces catégories ont été pensées selon la vocation du produit lui-même (ménage, hygiène, supplément alimentaire, filtration air/eau...), selon les utilisateurs qu'il rejoint (industrie, construction, secteur médical...) et selon les propriétés du nano-argent utilisées (même si, comme nous le verrons, l'immense majorité des producteurs d'articles au nano-argent font valoir ses propriétés antiseptiques et font une réclame centrée sur leur caractère antibactérien, seuls quelques-uns dérogeant à cette règle, se retrouvant dans les catégories « éclairage » et « bijoux »).

Cet inventaire présente une grande diversité de produits, dont voici quelques exemples dans les différentes catégories :

- « hygiène » : les produits les plus répandus dans cette catégorie sont incontestablement les brosses à dents, les serviettes hygiéniques et les masques anti-contagion. Le reste de cette catégorie se compose de rasoirs électriques, savons et gels douche, shampoing, kits de blanchiment des dents, dentifrice, fil dentaire, stérilisateur pour brosse à dents ou appareils dentaires, accessoires de massage, étuis à lentilles, serviettes de bain, bouchons d'oreilles, sièges de toilettes, pommeaux de douche, ainsi que des lingettes pour bébés et même des jouets à mâcher.
- « cuisine » : planches à découper, ustensiles de cuisine et vaisselle (couteaux, gobelets, assiettes, tasses, baguettes chinoises, etc.), poêles à frire, machines à café, mixeurs, stérilisateur de cuisine, films plastiques, grilles de barbecue, additif pour supprimer le goût et l'odeur de l'eau, etc.

⁴⁴ Source :

http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89conomie_de_la_R%C3%A9publique_populaire_de_Chine
(consulté le 16/08/12)

- « médical » : pansements, bandages, désinfectants en spray, cathéters, tissus chirurgicaux, accessoires orthopédiques et de dentisterie, gel vaginal, crème pour la peau, etc.
- « industrie » : poudres, colloïdes, tissus, granules de charbon (pour les filtres à eau), nanofils, nanosphères, revêtements, solutions aqueuses, solvants organiques, additifs pour plastiques, pour peintures, encre conductrice, billes de céramique au nano-argent, appareil pour produire de la poudre de nano-argent ou des colloïdes, etc.
- « filtres à air » : filtres à air pour particuliers ou lieux publics.
- « filtres à eau » : filtres pour piscines et spas.
- « filtres à eau A » : filtres à eau pour la consommation : filtres pour robinets, carafes filtrantes, filtres portatifs pour gourdes, fontaines, etc.
- « cosmétiques » : lotions et crèmes pour la peau, les cheveux, masques pour le visage, maquillage, déodorants, déodorants pour pieds, kits pour tatouages temporaires, etc.
- « stockage » : réfrigérateurs, tupperwares, biberons, bouteilles pour enfants, palette à peinture antibactérienne, et même des urnes funéraires pour animaux de compagnie.
- « vêtements » : les chaussettes anti-odeurs comptent parmi les tous premiers produits de cette catégorie. On y retrouve également des vêtements de sport, collants, soutiens-gorge, tubes à bottes, sous-gants de moto, gants de golf, chaussures, vêtements pour bébés, sous-vêtements pour enfants, chaussettes pour diabétiques, tuniques anti-radiations pour femmes enceintes, semelles, porte-monnaie, étuis pour téléphone portable, etc.
- « bureau » : souris informatiques, tapis de souris, claviers, protections pour claviers (films plastiques).
- « construction » : planchers, revêtements de sol, tuyaux et systèmes de chauffage, peintures, etc.
- « ménage » : beaucoup de désodorisants pour la maison et de sprays anti-odeurs, des torchons et serviettes, serpillières, éponges, gants de ménage, aspirateurs produits d'entretien, machines à laver le linge, lessive et assouplissant, liquide vaisselle, etc.
- « ameublement » : tapis chauffants, stickers décoratifs, poussette pour bébé, cabine de sauna à domicile, tapis de jeux pour enfants, rideaux de papier auto-

nettoyants, meubles pour environnement hospitalier, objets décoratifs, tapis de bain.

- « coiffure » : fers à lisser et à friser, sèche-cheveux, brosses à cheveux.
- « literie » : parures de lit, matelas, oreillers, berceaux.
- « bijoux » : colliers et pendentifs.
- « éclairage » : réflecteurs de lumière pour lampes.
- « jardinage » : plateau pour semences
- « suppléments alimentaires » : supplément alimentaire pour poulets d'élevage.

Ces deux dernières catégories ne contiennent qu'un seul item chacune. La catégorie « suppléments alimentaires » est très limitée, car les colloïdes d'argent à usage thérapeutique sont répertoriés dans l'autre inventaire, que nous analysons plus bas.

On peut observer sur le graphique suivant deux catégories prédominantes, qui sont celles des produits d'hygiène et des produits à usage industriel.

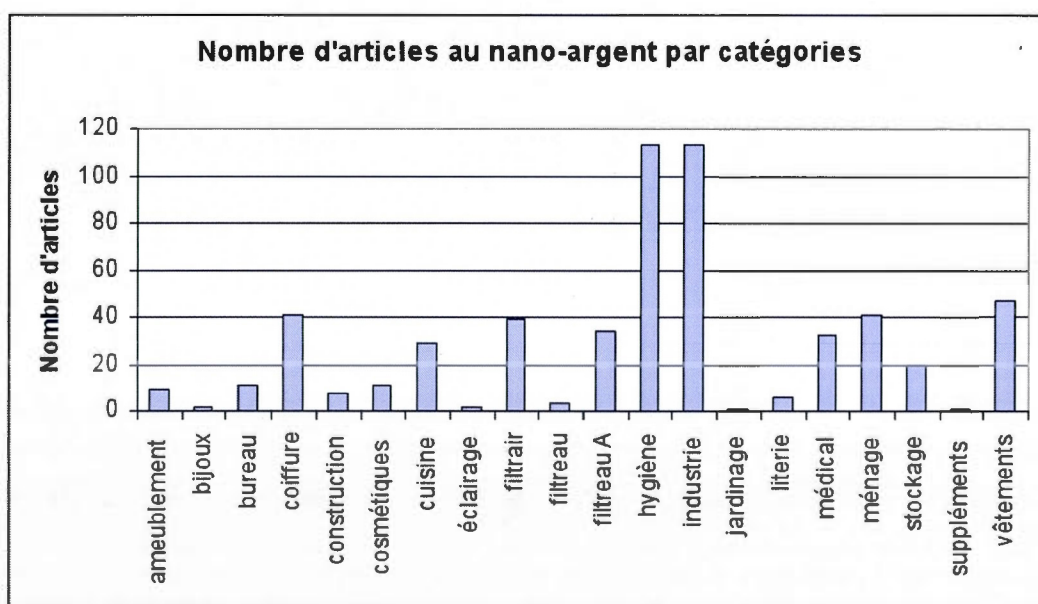


Figure 2.3 : Nombre d'articles au nano-argent en vente en janvier-février 2012 selon nos catégories

Ce graphique a été construit sur la base des données détaillées présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2.2 : Fréquence des articles au nano-argent selon nos catégories en janvier-février 2012

	Fréquence	Pourcentage
ameublement	9	1,6
bijoux	2	0,4
bureau	11	2
coiffure	41	7,3
construction	8	1,4
cosmétiques	11	2
cuisine	29	5,2
éclairage	2	0,4
filtrair ⁴⁵	39	6,9
filtreau	3	0,5
filtreau A	34	6
hygiène	113	20,1
industrie	113	20,1
jardinage	1	0,2
litterie	6	1,1
médical	32	5,7
ménage	41	7,3
stockage	20	3,6
suppléments alimentaires	1	0,2
vêtements	47	8,3
Total	563	100

Nous avons décidé de regrouper ces vingt catégories en cinq groupes thématiques selon leurs fonctions afin de faciliter la visualisation des différents usages. Les groupes sont les suivants :

« Environnement aseptisé » :

filtrair/filtreau/ménage/litterie/ameublement/bureau/construction/éclairage

« Usage corporel » : hygiène/cosmétiques/coiffure/vêtements/bijoux

« *Nanofoods* » : cuisine/stockage/suppléments alimentaires/filtreau A

« Soins » : médical/jardinage

« Industrie » : industrie

⁴⁵ L'abréviation "filtrair" désigne les filtres à air, "filtreau" les filtres à eau et "filtreau A" les filtres à eau à usage alimentaire.

La catégorie « environnement aseptisé » regroupe les articles destinés à tous types d'intérieurs (domestiques, publics, etc.), y compris les matériaux de décoration, les produits d'entretien, le mobilier et les appareils électroménagers.

Le groupe « contact corporel » concerne les produits destinés à un contact direct avec les personnes, le plus souvent dans un objectif d'amélioration de l'hygiène.

Le groupe « contact alimentaire » rassemble tous les objets étant spécifiquement destinés au contact direct avec de aliments, que ceux-ci soient destinés à des personnes ou, beaucoup plus rarement (trois cas), à des animaux. Il prédomine sur le groupe « environnement aseptisé » (si un réfrigérateur est effectivement un appareil électroménager d'usage domestique, le fait que de la nourriture y soit en contact direct avec du nano-argent nous incite à l'inclure dans le groupe « contact alimentaire »).

Le groupe « soins » rassemble les produits destinés aux soins des personnes, des animaux et des plantes.

La catégorie « industrie » reste la même. Elle rassemble tous les produits bruts (nanoparticules d'argent, polymères pour revêtements, nano-fils, etc.).

La prédominance revient désormais aux produits destinés au contact corporel direct, c'est-à-dire les produits d'hygiène personnelle, de coiffure, les cosmétiques et les vêtements, puisque ces catégories regroupent près de 38% des articles de l'inventaire. Le second groupe de catégories le plus important est celui des produits destinés à aseptiser les espaces intérieurs et extérieurs, qu'ils soient publics ou privés, ce qui est le cas de 21,1% des articles de l'inventaire. Il contient des filtres à air et à eau pour piscines et spas, des meubles, des matériaux de construction et de décoration, etc. Ces produits sont vendus à des particuliers (pour la maison) ou à des collectivités (pour la climatisation de bureaux par exemple). Dans le cas des lieux publics notamment, il est fort probable que les personnes exposées au nano-argent le soient à leur insu, comme on peut l'imaginer dans le cas des systèmes de climatisation, des revêtements, etc.

Le troisième groupe le plus représenté est celui des nanomatériaux à usage industriel, dont on peut imaginer qu'il alimente les manufactures produisant les articles des autres catégories. Ces nanomatériaux sont des nanoparticules d'argent sous forme de poudre, de colloïde (solution aqueuse), de revêtements ou encore de tissus imprégnés.

Il regroupe près de 20,1% des produits de l'inventaire.

Parmi les entreprises qui produisent ces matériaux d'industrie, huit firmes seulement donnent des indications sur leurs clients. L'une d'elles, une firme chinoise nommée Shijiazhuang 3L Tech Co., Ltd (ligne 97 de l'inventaire), vend des tissus au nano-argent à DuPont, importante firme américaine dans le secteur de la chimie notamment, qu'elle indique comme étant son principal client.

Une firme de Corée, nommée Nanopoly (ligne 371), publie quant à elle sur son site une liste d'exemples des applications de ses produits. On compte parmi eux des billes de céramiques pour stériliser l'eau, des solutions désinfectantes, des sprays désodorisants, des savons, des lingettes démaquillantes, des brosses à dents, du dentifrice, des faux-ongles, des lotions pour le corps, des chaussettes, des tissus, des fibres de polyester, des sièges de toilettes, des contenants à nourriture, des gants en latex, des coques de téléphones portables, de la vaisselle, des semelles, des appareils dentaires, des filtres à air, de la peinture, du marbre artificiel, etc.

Enfin, six firmes font mention de leurs principaux marchés : trois sont des compagnies indiennes. « Malpani Plastics » (ligne 436) vend du liquide antibactérien principalement au Moyen-Orient ; « Korean Trade Center » (ligne 437) commercialise des additifs industriels au nano-argent pour revêtements en favorisant les firmes coréennes importatrices ; « Reinste Nanoventures Pvt. Ltd » est une compagnie spécialisée dans la production de nanoparticules, vend des nanoparticules d'argent en solution aqueuse et précise que ses principaux marchés sont l'Asie de l'est et l'Amérique centrale.

La firme italienne Intertrade vend des tissus au nano-argent principalement en Amérique du Nord et en Europe. En Malaisie, la firme « Groupchemicals Sdn. Bhd » vend des produits antibactériens à l'argent, incluant des colloïdes, pour l'industrie du « health-care ». Enfin, la firme thaïlandaise « Modern Dyestuffs & Pigments Co ldt » donne le nom de ses deux principaux clients : « Textile Dying House », un manufacturier en textile, et « Leather and Paper », une société de négoce.

La catégorie « *nanofoods* » rassemble les produits destinés au contact alimentaire, comme les tupper-wares, les ustensiles de cuisine, les biberons, etc. et les aliments eux-mêmes, même si ces articles restent rares dans le cas du nano-argent : seul un cas de supplément alimentaire au nano-argent a été recensé, à destination de poulets d'élevage. C'est

cependant sans compter les colloïdes d'argent à usage thérapeutique que nous recensons dans l'inventaire 2 et auxquels nous nous intéresserons dans le prochain chapitre. En excluant ces derniers produits, les *nanofoods* à base d'argent représentent 14,9% des articles au nano-argent que nous avons recensés en janvier-février 2012.

La catégorie « soins » regroupe tous les articles liés aux soins médicaux, qu'ils soient d'ordre domestique (petits pansements) ou professionnel (bandages, cathéters, draps chirurgicaux, etc.).

On remarque que les usages médicaux existent, mais restent limités en comparaison avec les usages domestiques et grand public (les groupes « environnement aseptisé », « usage corporel » et « *nanofoods* » rassemblent 74% des articles, contre à peine 6% pour le groupe « soins »).

Il convient de rappeler ici que les bactéries, comme avec les antibiotiques, sont susceptibles de développer des résistances à l'argent (Chopra, 2007). Or, comme nous le voyons ici, les usages non thérapeutiques du nano-argent dépassent de loin les usages hospitaliers. Cela pose la question de la légitimité de certaines applications de ces produits ayant un impact sur la nature de la flore bactérienne : la multiplication des usages plutôt « futiles », comme dans le cas des urnes funéraires pour animaux domestiques, des fers à friser ou des rideaux auto-nettoyants, en plus d'induire certains risques d'intoxication, pourrait accélérer le développement de souches de bactéries résistantes, au détriment de certaines utilisations ciblées et pertinentes, notamment dans le cadre de soins médicaux.

Il est à noter que, sur les 563 produits de l'inventaire dont tous les producteurs et vendeurs disent qu'ils contiennent du nano-argent, seuls trois ne vantent pas de propriétés antibactériennes (un bijou, des néons et des réflecteurs de lumière pour lampes). Les propriétés mises en avant ici pour les lampes sont donc ses qualités réfléchives (VivAgora, 2010) et non antibactériennes et esthétiques dans le cas du bijou. Cela reste cependant anecdotique.

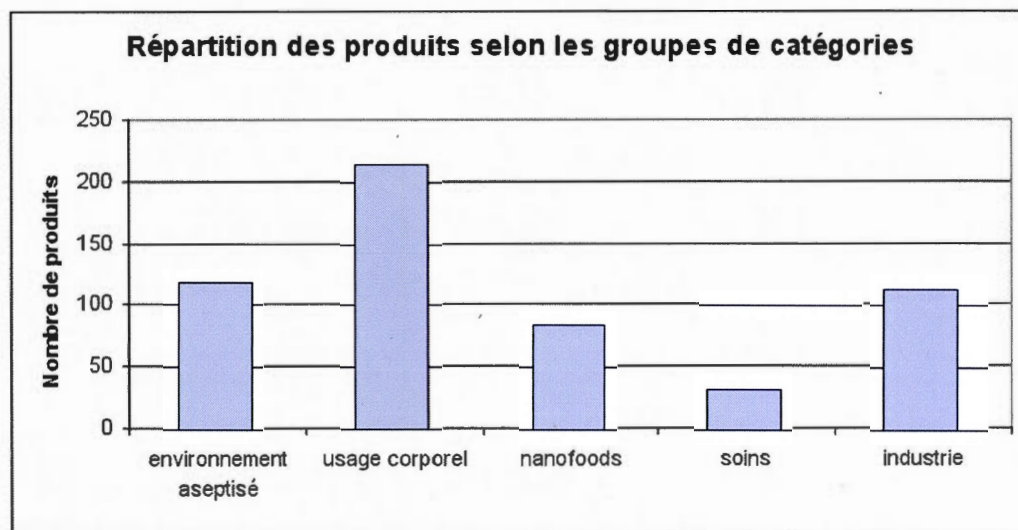


Figure 2.4 : Répartition des produits au nano-argent sur le marché en janvier-février 2012 selon nos groupes de catégories

Cette figure a été réalisée à partir des données du tableau suivant :

Tableau 2.3 : Fréquence des produits au nano-argent sur le marché en janvier-février 2012 selon nos groupes de catégories

	Fréquence	Pourcentage
environnement aseptisé	119	21,1
usage corporel	214	38
nanofoods	84	14,9
soins	33	5,9
industrie	113	20,1
Total	563	100

Les pays étant les plus importants producteurs et vendeurs de produits au nano-argent (Corée du Sud et Chine) touchent à toutes les catégories. Il en va de même avec les pays moyennement représentés (Taïwan, les USA, l'Inde et la Malaisie), qui ont des articles dans presque tous les groupes de catégories, à l'exception de l'Inde, qui produit et vend en majorité des nanomatériaux destinés à l'industrie, mais dont on ignore le type d'entreprises qui les achètent et donc aussi le devenir. Il est difficile de tirer des conclusions en ce qui concerne les pays ne produisant ou ne vendant que quelques produits. On ne peut pas non plus tout à fait écarter les risques d'omissions de certains produits ou de firmes, risques intrinsèques à l'inventaire lui-même.

Tableau 2.4 : Répartition des produits selon les groupes de catégories pour chaque pays d'origine

	environnement aseptisé	usage corporel	<i>nanofoods</i>	soins	industrie	Total
Afrique du Sud	0	0	0	1	0	1
Allemagne	1	2	1	2	1	7
Brésil	0	1	0	0	0	1
Canada	0	1	0	0	2	3
Chine	51	74	22	11	42	200
Corée du Sud	49	85	42	6	25	207
Danemark	0	0	0	1	2	3
Estonie	1	0	0	0	0	1
France	1	7	0	1	0	9
Inde	0	1	3	1	14	19
Indonésie	0	3	0	0	0	3
Iran	0	1	0	0	3	4
Italie	1	0	0	0	1	2
Japon	0	0	1	0	1	2
Malaisie	2	4	2	0	4	12
Mauritanie	0	1	0	0	0	1
Pologne	5	1	0	0	1	7
Porto Rico	0	0	0	1	0	1
République Tch	0	1	0	0	0	1
Royaume-Uni	0	2	0	3	1	6
Singapour	1	1	0	0	0	2
Suède	0	0	0	1	0	1
Suisse	0	1	0	1	0	2
Taiïwan	6	20	9	2	7	44
Thaïlande	0	0	0	0	1	1
Turquie	1	0	1	0	1	3
USA	0	5	1	2	6	14
Ukraine	0	2	0	0	1	3
Vietnam	0	1	2	0	0	3
Total	119	214	84	33	113	563

Les voies d'exposition

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les nanoparticules ont la capacité de traverser les barrières biologiques comme le placenta, les parois cellulaires, d'augmenter le stress oxydant dans les cellules, voire même d'atteindre le noyau des cellules et d'y

endommager l'ADN (AFSSET, 2010) (FOE, 2009). L'argent a la capacité de s'accumuler dans certains organes comme le foie, la peau, les reins, les cornées, les muqueuses, les ongles et la rate (Rosenman *et al.*, 1979, Sue *et al.*, 2001, dans Panyala *et al.*, 2008, p.121). Cela est particulièrement troublant dans le cas des applications du nano-argent pour les bébés et les enfants, pour les soins corporels ainsi que celles liées à l'alimentation, dont nous avons de nombreux exemples dans cet inventaire. Par ailleurs, les effets de la dispersion de nanoparticules d'argent dans l'environnement sont encore largement méconnus, même si la toxicité des ions argent, notamment pour les organismes aquatiques, a été démontrée (Eisler, 1996, dans Luoma, 2008). Enfin, dans un rapport de 2008, l'AFSSET a mis en évidence que l'exposition des travailleurs aux nanomatériaux manufacturés avait lieu le plus souvent par inhalation, et préconisait alors de déclarer les nanoparticules à « niveau de danger inconnu ».

Nous avons rassemblé ces catégories en quatre nouveaux groupes selon les principales voies d'exposition aux nanoparticules d'argent que ces produits impliquent pour les consommateurs et les travailleurs qui les manipulent. Les trois premiers sont les voies d'expositions décrites par l'AFSSET dans ses rapports de 2008 et 2010 pour la protection des consommateurs et des travailleurs. Le quatrième groupe, s'il ne constitue pas à proprement parler une voie d'exposition directe pour les personnes, regroupe les catégories de produits représentant selon nous le plus grand potentiel de dispersion des nanoparticules dans l'environnement, pouvant induire des pollutions susceptibles à long terme de nuire à la santé des individus.

Ces groupes sont les suivants :

Ingestion : « cuisine », « stockage », « suppléments alimentaires », « filtreau A ».

Contact cutané : « hygiène », « cosmétiques », « coiffure », « bureau », « vêtements », « literie », « bijoux », « médical », « ameublement ».

Inhalation : « filtrair », « industrie », « construction ».

Environnement : « filtreau », « ménage », « jardinage », « éclairage », même si cette catégorie devrait également inclure toutes les nanos en fin de vie, qu'elles soient d'origine industrielle ou liées au contact cutané, à l'ingestion ou à l'inhalation.

Ces nouveaux groupes de catégories, compte-tenu de la diversité des produits au sein même des catégories initiales, sont forcément imparfaits. Par exemple, la catégorie

« stockage » a été comptabilisée dans le groupe « ingestion », car tous les produits qu'elle contient sont destinés au stockage de nourriture, sauf deux, qui sont une palette à peinture censée mieux préserver les couleurs grâce à son revêtement au nano-argent et une urne funéraire pour animaux de compagnie. La catégorie « industrie » a été placée dans le groupe « inhalation », car elle comprend en majorité des nanoparticules d'argent à usage industriel sous forme de poudre (les autres étant sous forme de solvants ou autres solutions, de fils, ou encore encapsulées), qui peuvent être inhalées par les travailleurs lors des manipulations.

Par ailleurs, les brosses à dents et dentifrices de la catégorie « hygiène » peuvent aussi mener à une ingestion de nanoparticules, même si ces articles sont classés avec le reste des produits d'hygiène dans le groupe « contact cutané ». Ces groupes traduisent des tendances lourdes et témoignent de l'extrême complexité de toute forme de classement dans le domaine des nanotechnologies dont l'ubiquité est sans précédent.

Avec ces nouvelles catégories, on peut observer que plus de 63% des produits intégrant du nano-argent sont destinés à entrer en contact direct avec l'organisme humain, soit par ingestion ou par contact cutané. Si l'on y ajoute les contacts par inhalation, qui peuvent advenir lors de la manipulation des nanomatériaux par les travailleurs ou avec l'utilisation de filtres à air au nano-argent, ce sont plus de 90% des produits intégrant du nano-argent qui sont susceptibles d'entrer en contact direct avec l'organisme humain, soit la vaste majorité, ce qui montre la nécessité absolue d'étudier les caractéristiques toxicologiques du nano-argent et ses risques pour les personnes.

Par ailleurs, 8,3% des produits sont susceptibles de contaminer rapidement et directement l'environnement, notamment par la voie des égouts pour les produits ménagers et les filtres à eau. Ce chiffre ne rend pas compte des contaminations pouvant avoir lieu lors de la fin de vie de tous les produits de l'inventaire, qui risque de se révéler beaucoup important à long terme. L'aspect environnemental est donc central et le risque de pollution est lié principalement au déséquilibre des écosystèmes, notamment dans les milieux aquatiques, entraîné par l'action bactéricide du nano-argent (FOE, 2009), ainsi qu'à la contamination et à la persistance de l'argent dans les organismes aquatiques (Chiffolleau *et al*, 2002).

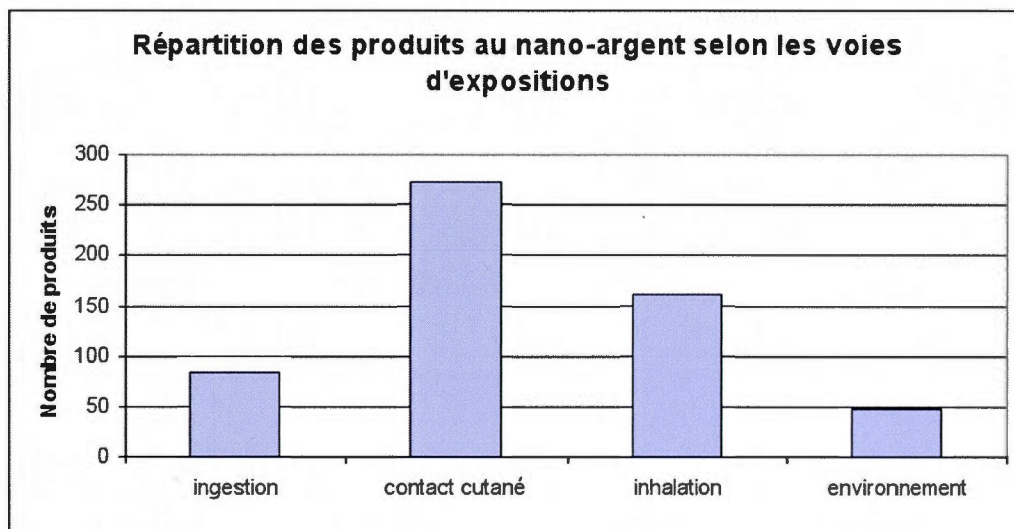


Figure 2.6 : Répartition des produits selon les voies d'exposition des consommateurs et travailleurs

Cette figure a été réalisée à partir des données du tableau suivant :

Tableau 2.5 : Répartition des produits selon les voies d'exposition

	Fréquence	Pourcentage
ingestion	84	14,9
contact cutané	272	48,3
inhalation	160	28,4
environnement	47	8,3
Total	563	100

Ces données mettent en évidence à quel point la question de la santé environnementale est centrale dans le domaine du nanoargent et témoignent de l'intérêt d'appréhender ces dimensions santé par le biais d'une approche éco-santé globale et intégrée.

2.1.3 La forme de l'argent

Nous avons vu au chapitre 1 que l'argent peut se présenter sous diverses formes : brute, ionique, nanométrique, colloïdale, de composés inorganiques ou organiques, ces différentes formes ayant également différentes propriétés. Nous avons donc voulu savoir quelle proportion des produits dont les producteurs disent qu'ils contiennent du nano-

argent en contiennent vraiment. Il convient cependant de garder en tête qu'aucune législation ne les oblige à déclarer la composition réelle de leurs produits quant à la présence éventuelle de nanoparticules. Ces chiffres sont donc basés sur les déclarations volontaires des producteurs, avec toutes les incertitudes que cela comporte.

Tous les articles de l'inventaire clament contenir du nano-argent, puisque c'est la base sur laquelle nous les avons sélectionnés. Cependant, une vérification de la composition a été possible dans certains cas (lorsque celle-ci a été fournie par les producteurs), ce qui nous a amenée à placer ces produits dans les catégories « nanoparticules », « ions », « colloïde » et « argent massif ».

Les produits dont la composition n'était pas spécifiée ont été classés par défaut comme contenant des nanoparticules, puisque le fournisseur les dénomme « nano silver ».

Les produits dont les producteurs et vendeurs clament qu'ils contiennent du nano-argent sous forme de colloïde sont en majorité des matériaux industriels. Deux produits font cependant exception : un spray d'entretien ménager « purificateur d'atmosphère » et un gel pour la peau.

Parmi les articles censés contenir des ions, on peut compter des pansements, des textiles (vêtements ou tissus à usage médical), des réfrigérateurs, des déodorants, des serviettes hygiéniques, des brosses à dents, des filtres à air et à eau, des matériaux à usage industriel (poudres pour textiles ou revêtements), un siège de toilettes et un étui anti-radiations pour téléphone portable.

Les articles supposés contenir des nanoparticules d'argent, quant à eux, constituent une large majorité des produits de l'inventaire et sont représentés dans toutes les catégories.

L'ingrédient antibactérien actif de ces produits serait souvent les ions Ag^+ : « L'action antimicrobienne de l'argent ou des composés à base d'argent apparaît proportionnelle aux ions argent monovalent bioactifs (Ag^+) libérés et à leur disponibilité pour interagir avec les membranes des cellules bactériennes ou fongiques. L'argent métal et les composés inorganiques à base d'argent peuvent s'ioniser en présence d'eau, de liquides corporels ou

d'exsudats tissulaires. » (AFSSET, 2010, p.163), selon la réaction chimique suivante⁴⁶ :



Selon VivAgora (2010, p.37): « Comme d'autres produits antibactériens à l'argent, les nano-argents tirent l'essentiel de leur action biocide de la libération d'ions argent : ainsi, une particule d'argent de 9 nm peut libérer jusqu'à 24 000 ions d'argent (atomes d'argent électriquement chargés). »

Or les ions Ag^+ sont très toxiques pour les bactéries et le nano-argent fait l'effet d'un réservoir, qui diffuse continuellement des ions argent (AFSSET, 2010), d'où une certaine confusion dans la dénomination de la forme de l'argent dans la description des produits. En effet, compte tenu du peu d'informations fournies par les producteurs, il est très difficile de différencier les produits contenant réellement des nanoparticules ou seulement des ions argent. De plus, certains producteurs ou vendeurs entretiennent la confusion avec des expressions du type « nano silver ions ». Or, un ion argent est un atome d'argent ayant, dans le cas de l'ion Ag^+ , perdu un électron, ce qui lui confère une charge électrique positive. Les nanoparticules sont des assemblages de plusieurs atomes d'argent et sont électriquement neutres. La taille d'un ion argent est même sub-nanométrique puisqu'elle est d'environ 150 pm de rayon (0.150 nm).

On peut alors faire l'hypothèse que la mention « nano silver » fait vendre, ce qui expliquerait l'intérêt des producteurs à indiquer « nano » lorsque le produit ne contient en fait que des ions Ag^+ , même si elle peut également se révéler ambivalente, comme nous le verrons plus loin.

Voici un exemple de renseignement où la mention nano nous semble à la fois confuse et abusive :

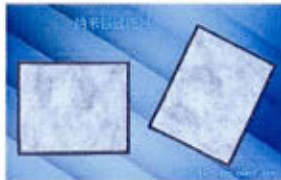
⁴⁶ AshaRani, Prakash Hande and Suresh Valiyaveetil. 2009. « Anti-proliferative activity of silver nanoparticles », *BMC Cell Biology* 10:65

alibaba.com product ID: 516014777 special function filters, nano silver filters KCFC2-006

es Débuter avec Firefox A la une Language

special function filters, nano silver filters KCFC2-006

Other products by Construction: Panel Filter



FOB Price US \$ 1 - 9 / Piece
[Get Latest Price](#)

Port xiamen, guangzhou, shanghai

Minimum Order Quantity 500 Piece/Pieces

Supply Ability 100000 Piece/Pieces per Week

Payment Terms L/C T/T

Custom Order [Place Order](#) via **ESCROW** Buyer Protection

See larger image: special function filters nano silver filters KCFC2-006

[Add to My Favorites](#)

[Report Suspicious Activity](#)

Mr. robbin xie Offline

[Contact Supplier](#)

[Send a Message to this Supplier](#)

Verified Company

Nikita Green Production Co., Ltd.
[Fujian, China (Mainland)]

A&V Checked

No substantiated complaints in last 90

[Contact Details](#)

[View this Supplier's Company](#)

Product Details Company Profile Online Showroom: 210 Products Other Similar Products from this Supplier

Quick Details

Place of Origin: Fujian China (Mainland)	Brand Name: KCFC	Model Number: KCFC2-006
Efficiency: above 98%	Construction: Box Filter	Filtration Grade: Medium Filter
Medium Material: nano silver ions antibacterial	Porosity: N/A	materials: Add the nano silver ions antibacterial
efficiency: above 98%	applications: It apply to Various kinds of air	

Packaging & Delivery

Packaging Detail: Make to orders, usually as bulk packages, handover packages, gift boxes, cartons, etc.

Figure 2.7 : Exemple de renseignement confus sur la forme de l'argent d'un article
(image capturée le 27/01/12)

Il est donc probable que, dans les faits, le chiffre de 92% de produits contenant des nanoparticules d'argent (voir figure 2.8) soit gonflé. Comme il n'y a toujours ni exigence de déclaration obligatoire de la part des Etats, à l'exception récente de la France comme nous l'avons vu plus haut, ni aucune exigence d'étiquetage, les firmes ont une totale liberté d'action.

Répartition des produits au nano-argent selon la forme de l'argent

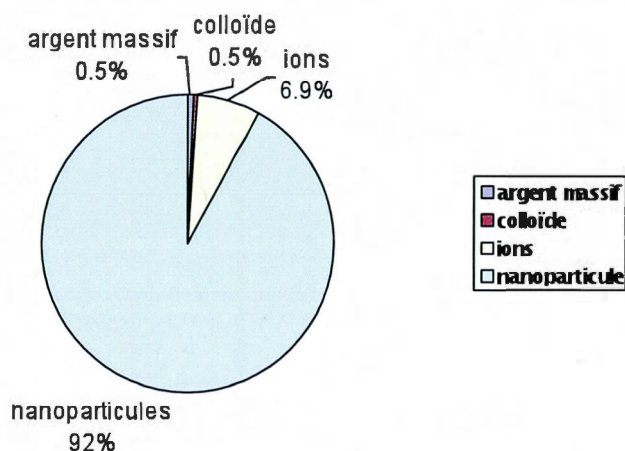


Figure 2.8 : Répartition des articles dits au nano-argent selon la forme de l'argent déclarée par le producteur ou par le vendeur

Cette figure a été réalisée à partir des données suivantes, issues de l'inventaire 1 :

Tableau 2.6 : Fréquence des articles au nano-argent selon la forme de l'argent

	Fréquence	Pourcentage
argent massif	3	0,5
colloïde	3	0,5
ions	39	6,9
nanoparticules	518	92
Total	563	100

2.1.4 L'année de fondation des firmes

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, le nombre de produits au nano-argent sur le marché mondial a connu une forte croissance, notamment depuis le début des années 2000, ce qui en fait un secteur en plein essor. Nous avons alors jugé pertinent de nous intéresser au profil des firmes qui les produisent, et notamment à leur ancienneté, pour nous donner une idée de leur importance et de la nouveauté relative de ce marché.

Les firmes répertoriées dans cet inventaire étaient toutes en activité au moment où nous avons répertorié les produits au nano-argent en vente, soit au début de l'année 2012.

Comme nous l'avons précisé dans la méthodologie de l'inventaire, la date de fondation de chaque firme a été parfois difficile à déterminer car les informations relevées sur le site du producteur et sur les sites Ec21 ou Alibaba se sont révélées dans certains cas contradictoires. Les données de 66 firmes sur 438 n'ont ainsi pas pu être prises en compte.

On peut cependant observer un pic de création d'entreprises produisant aujourd'hui des matériaux ou des articles au nano-argent au début des années 2000, avec un sommet en 2004 et un déclin relatif à partir de 2006 jusqu'en 2011.

Il convient ici de préciser que nombre de ces firmes ont été créées au début du XIX^{ème} et du XX^{ème} siècle, avec une hausse plus marquée au milieu des années 1990, jusqu'à un sommet en 2005 pour connaître ensuite un déclin, dont on ignore s'il est conjoncturel ou s'il annonce une tendance plus lourde.

Année de fondation des firmes produisant ou vendant des articles au nano-argent

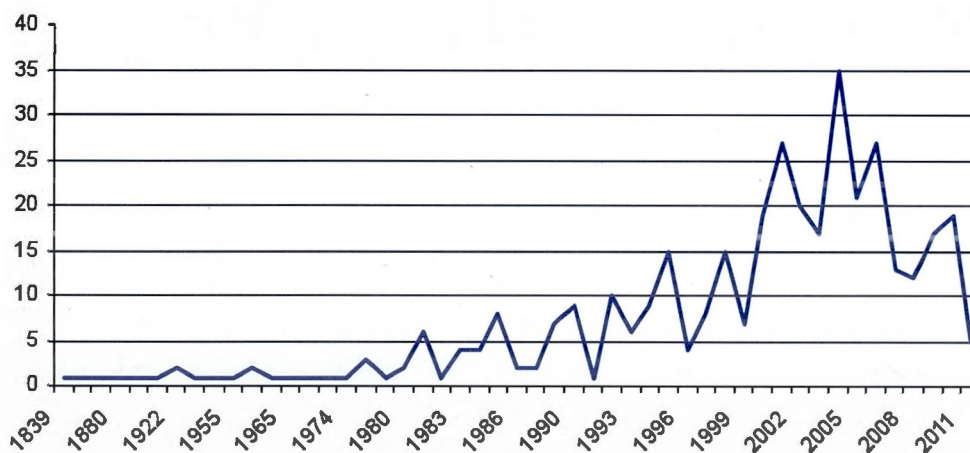


Figure 2.9 : Année de fondation des firmes produisant ou revendant du nano-argent ou des produits au nano-argent en janvier-février 2012

Ce graphique a été réalisé à partir des données suivantes, issues de l'inventaire 1 :

Tableau 2.7 : Fréquence de l'année de fondation des firmes produisant ou revendant du nano-argent ou des produits au nano-argent en janvier-février 2012

Années	Fréquence	Pourcentage	Années	Fréquence	Pourcentage
1839	1	0,3	1986	2	0,5
1849	1	0,3	1988	2	0,5
1856	1	0,3	1989	7	1,9
1880	1	0,3	1990	9	2,4
1911	1	0,3	1991	1	0,3
1912	1	0,3	1992	10	2,7
1922	2	0,5	1993	6	1,6
1938	1	0,3	1994	9	2,4
1948	1	0,3	1995	15	4
1955	1	0,3	1996	4	1,1
1957	2	0,5	1997	8	2,1
1958	1	0,3	1998	15	4
1965	1	0,3	1999	7	1,9
1967	1	0,3	2000	19	5,1
1970	1	0,3	2001	27	7,2
1974	1	0,3	2002	20	5,3
1978	3	0,8	2003	17	4,5
1979	1	0,3	2004	35	9,4
1980	2	0,5	2005	21	5,6
1981	6	1,6	2006	27	7,2
1982	1	0,3	2007	13	3,5
1983	4	1,1	2008	12	3,2
1984	4	1,1	2009	17	4,5
1985	8	2,1	2010	19	5,1
			2011	5	1,3

Cet inventaire répertorie 563 produits issus de 438 firmes. Avec une moyenne inférieure à 1,3 produit par firme, on peut dire que les entreprises ne proposent pas de larges gammes de produits au nano-argent. Seules 22 firmes proposent 3 produits ou plus, huit firmes en proposent plus de 5 et seulement trois firmes plus de 10.

Selon nos observations lors de la réalisation de l'inventaire 1, les compagnies répertoriées sont soit de jeunes firmes, de faible envergure, soit des entreprises plus importantes dont les articles au nano-argent ne représentent qu'une très faible part de leur production.

L'analyse économique de ce domaine mériterait d'être approfondie afin d'identifier les sources et modalités de financement public, privé et de capital de risque, ce qui est toutefois trop large dans le cadre de ce mémoire.

2.1.5 Conclusions

L'étude quantitative de l'inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique » permet de dégager certaines grandes tendances du domaine du nano-argent. Tout d'abord, les principaux producteurs de ces produits sont la Chine et la Corée du Sud. Toutefois, la Chine étant un des plus grands producteurs manufacturiers, on ne peut pour autant en conclure qu'ils ont un intérêt marqué pour le nano-argent, un champ qui, proportionnellement à l'ensemble de sa production, demeure très marginal. Quant à l'Inde, ce pays produit essentiellement des nanomatériaux d'argent à usage industriel.

L'inventaire 1 permet aussi de constater que la majorité des produits manufacturés au nano-argent vendus dans l'ensemble des pays sont des produits d'hygiène. Le regroupement des catégories de produits à « usage corporel » est également majoritaire, et la principale voie d'exposition au nano-argent à travers l'usage est le contact cutané. Cependant, l'ingestion et l'inhalation sont également des voies d'expositions importantes dans le domaine des *nanofoods* (articles à vocation alimentaire ou susceptibles d'être en contact avec les aliments) et également dans les lieux de production des nanomatériaux et des nano-produits.

Ces données laissent d'abord transparaître que la demande associée à de tels produits est largement liée à une volonté d'aseptiser à la fois le corps et l'environnement quotidien des individus. Ainsi, les articles à usage médical ou pour l'environnement hospitalier, requérant une forte aseptisation, constituent une très faible proportion des produits. Nous nous pencherons sur les raisons de ce phénomène dans la dernière partie de ce travail.

Ce premier inventaire permet également de constater la très grande diversité des produits au nano-argent qui, pour leur très vaste majorité, existaient déjà et sont toujours disponibles sans nano-argent. Les propriétés antibactériennes du nano-argent visent à rendre le produit plus attrayant pour le consommateur, et donc à accroître ses ventes par d'astucieuses formules publicitaires dont la section suivante dégagera les lignes de force.

2.2 Etude qualitative de l'inventaire 1

Les arguments commerciaux utilisés par les producteurs et/ou vendeurs des produits de l'inventaire peuvent être regroupés selon plusieurs catégories : les arguments en faveur de l'asepsie et de la désodorisation, la suggestion de dangers liés aux bactéries et aux virus, les arguments en faveur des nouvelles technologies, le fait que l'argent est un élément utilisé depuis longtemps dans différentes sociétés, et enfin le caractère dit naturel de ce produit qui présenterait même parfois un bénéfice écologique.

Les citations de cette partie sont issues de l'annexe 1 (inventaire 1 « produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique ») et sont identifiées par le numéro de la ligne du tableau, chaque ligne correspondant à un produit.

2.2.1 L'idée qu'un environnement sans bactéries serait bon pour la santé.

De très nombreux vendeurs de produits au nano-argent vantent ses propriétés antibactériennes et mettent en avant les bénéfices d'un environnement aseptisé, dont nous verrons plus loin qu'il n'est pas toujours le plus souhaitable.

- « The Digital Flat Iron uses Nano Technology that eliminates bacteria on the appliance, creating a germ-free environment every time you use it » (Ligne 42, fer à lisser)
- « easy antibacterial, maintain health, the bacteria away from your fingers » (Ligne 53, protection pour clavier d'ordinateur)
- « It is special with Nano antibacterial technology, so it is very healthy for your life » (Ligne 38, tapis de souris)
- « Strong sterilizing power from nano silver ; Kill noxious bacteria » (Ligne 79, filtre à air)

- « Our innovative nano-silver bristles reduce bacteria on the toothbrush by 99.9% within 6 hours to help your teeth and gums stay healthier. » (Ligne 110, brosses à dents)
- « Long-lasting anti-bacterial, safe and non-toxic, can increase immunity » (Ligne 152, articles de vaisselle)
- « unmatched styling and health benefits for your hair ; Nano Silver removes harmful or damaging bacteria from the hair. » (Ligne 434, sèche-cheveux)
- « Thank content active molecule nanosilver, prevent the growth of harmful bacteria and other germs. Perfect cleanliness and hygienic results: leaves surfaces sparkling and safe » (Ligne 483, produit nettoyant pour réfrigérateurs)

Ces arguments publicitaires font également valoir l'importance des effets désodorisants du nano-argent, contribuant à éliminer les odeurs jugées désagréables ou risquant d'avoir des effets néfastes sur la santé :

- « Its sterilization and deodorization effect removes bad smell. » (ligne 223, chaussettes)
- « Even when you turn off Health Heating, Sunjoy Heating Systems includes silver nano produces antibiosis and also emits negative ions from tourmaline produces deodorization effects, which help keep you and your family healthy. » (ligne 314, système de chauffage)
- « having a strong effect of keeping proliferation of bacteria, sterilizing them and removing bacterial smells » (ligne 378, accessoires de massage)
- « An antibacterial ingredient helps kill bacteria that live in the mouth and cause bad breath » (ligne 392, dentifrices)
- « Nano Silver Hair Shampoo formula, with patented Nano Silver, deeply penetrates hair & scalp cleaning them of dirt, excess oil and bacteria, all of which are major contributors of hair & scalp problems and hair odour » (ligne 391, shampoing et après-shampoing)
- « Nano Silver on the towel inhibits the growth of germs, bacteria. Without the bacteria, sweat cant decompose to emit an unpleasant odour » (ligne 396, serviettes de bain)

2.2.2 « Ces bactéries pourraient vous tuer ! » ou la suggestion d'un réel danger

Certains des arguments utilisés vont jusqu'à culpabiliser, voire effrayer les mères, notamment, et plus largement l'ensemble des consommateurs en imaginant ce qui pourrait leur arriver s'ils ne recouraient pas au dit produit, par exemple :

- « • If you're housewife caring about health of your family, please don't forget this. In tap water, chlorine used in water treatment plant to kill germs still remains, and also agricultural chemicals used to grow vegetables and fruits can still be there in dining table at home.
 - What could happen when we eat the harmful chemicals? You may don't want to think about »
- (ligne 247, filtre à eau)

Bien que ces arguments agressifs soient relativement rares, nombreux sont ceux qui, plus subtils, suggèrent néanmoins des dangers pour proposer des brosses à dents au nano-argent, ou encore évoquent la protection de la santé des enfants, pour proposer des biberons et des tasses nano pour bébés, voire même évoquent la santé des animaux de compagnie pour vendre de l'eau filtrée par du nano-argent :

- « The bacteria causing decay, bad smell and paradentitis remained in the toothbrush will propagate again, which will repeatedly put the bacteria back into the mouth again unsanitarly. If someone has caught a cold or influenza, the viruses can easily be infected to others via toothbrushes and it would be more difficult to cure. Furthermore, when a toothbrush is placed at improper place, it will be a cradle of bacteria by second infection of infectious substances in the air. Toothbrushes provide suitable humidity and temperature to propagate bacteria rapidly. What is more. Even in a dry environment, the bacteria and viruses can be propagated in the toothbrushes » (ligne 321, stérilisateur pour brosses à dents)
- « Tooth decay is caused by bacteria that can survive on toothbrushes. A number of studies suggest that oral health is associated with general health. Researchers have found more than 10,000,000 bacteria living on a single toothbrush » (ligne 394, brosses à dents)
- « Nano-Silver Antibacterial Face Mask / Respirator kills more than 650 kinds of bacteria, resists the invasion of bacteria » (ligne 513, masques pour le visage)
- « Thanks to the sterilizing decontamination and antibiotic function of ultra nano silver coating ball and photocatalyst sprayed, your precious pets can be protected against bacteria infection to be safe with healthy edible water. » (ligne 253, filtre à eau pour animaux de compagnie)
- « "Yes Ear" is ear-cover with Nano – Silver. Are you worry about ear disease come from germs? » (ligne 299, bouchons d'oreilles)

Certains arguments vont jusqu'à utiliser de récentes épidémies pour mousser le nano-argent :

- « Nano Silver Antibacterial Body Lotion. Nano Silver kills germs, bacteria, anti swine Flu & anti bird flu virus etc. » (ligne 390, lotions pour le corps)
- « Eliminate the bacteria like H5N1, H1N1 » (ligne 178, filtres à air)
- « nano silver [sic] wet tissue has superior strong characteristics in antibacterial & deodorizing, it is so safe to baby skin and body especially for personal hygiene from anti H1N1 (swine flue) virus » (ligne 412, lingettes)
- « actively eliminate many harmful microbial and even Bird flu virus, HIV virus and many more if it happen to be in the water » (ligne 469, tuyaux)

2.2.3 « L'argent est utilisé depuis très longtemps »

Cet argument vise à « rassurer » le consommateur sur le caractère « établi de longue date » et « naturel » du nano-argent (en opposition prétendue avec les produits chimiques de synthèse), quant à son innocuité et à son efficacité qui aurait été expérimentées par de nombreuses générations. Les exemples de ce type d'arguments foisonnent :

- « Silver has been used for the treatment of medical ailments for over 100 years due to its natural antibacterial and antifungal properties. » (ligne 290, brosses à dents)
- « **Silver** is precious metal known since 5000 years and it has ability for exterminating about 650 types of germs. Silver is used broadly as natural anti-germ agent since known for antiseptic function. » (ligne 332, biberons)
- « From ancient times, silver has been used for natural antibiotics and recently it has been proved to be harmless on the human body while it exterminates 600 kinds of microbe » (ligne 307, nanoparticules d'argent pour l'industrie)
- « From the old days, the silver is known as the mysterious substance for prevention with the effect of dliminating [sic] some 650 bacteria. » (ligne 387, nano-argent à usage industriel)

Cet argument ne prend pas en compte le fait que l'argent revêt de nombreuses formes, et que ces formes n'ont pas toutes les mêmes propriétés, ni la même toxicité pour l'être humain et l'environnement.

Par ailleurs, l'argument selon lequel l'argent pourrait tuer quelque 650 bactéries est également largement repris par les promoteurs de l'argent colloïdal, auquel nous nous intéressons dans le prochain chapitre. La source de cette information souvent citée par les vendeurs et promoteurs du nano-argent et de l'argent colloïdal⁴⁷ est un article intitulé « Silver, Our Mightiest Germ fighter », paru en mars 1978 dans le mensuel *Science Digest*, un magazine parfois critiqué pour la non-scientificité de ses contenus, incluant les OVNI et la combustion humaine spontanée⁴⁸. Nous n'avons pas pu identifier son auteur. C'est par ailleurs un abus d'affirmer que ce fait est connu depuis 5000 ans puisque la connaissance même des bactéries ne remonte qu'au XIX^{ème} siècle avec Pasteur.

2.2.4 « Le nano-argent est un produit « naturel »

⁴⁷ Par exemple : <http://www.toolsforhealing.com/cd/articles/c/ColloidalSilver-ScienceDi.html>
http://www.2012.com.au/Colloidal_SilverB.html (consultés le 05/04/12)

⁴⁸ Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Science_Digest (consulté le 21/08/12)

Très souvent, le nano argent est associé aux arguments commerciaux « vert », « écologique », « biologique », « naturel » « sans produits chimiques », etc. Pourtant, l'argent est un élément de la classification périodique, il est donc à la fois naturel et potentiellement toxique chimiquement. De plus, le nano-argent est fabriqué par l'industrie et a des propriétés différentes de celles de l'argent sous sa forme brute, comme nous avons pu le voir au chapitre 1, ce qui n'en fait plus un produit « naturel ».

Nous avons pu relever les arguments de vente suivants, pour des savons par exemple :

- « Natural sterilizing by silver corpuscle, harmless to human » (ligne 238, savon pour le corps)
- « We recommend this product to people with skin problems it is all natural, it is great for children's skin health » (ligne 407, savon pour le visage)
- « Natural Soap With Nano Silver » (ligne 480, ligne de savons)

Ce caractère « naturel » est également évoqué pour divers autres produits :

- « Silver-containing fiber is a natural, safe and durable anti-fungal odor material » (ligne 186, Chaussettes anti-odeurs)
- « natural inorganic antibacterial agent » (ligne 307, colloïde d'argent à usage industriel)
- « made of naturally sterilizing elements » (ligne 466, lunette de toilettes)
- « 100% Natural AntiBacterial & AntiSeptic ECS - Electrode Colloidal Silver using NanoTechnology for Younger Looking Skin!!! » (ligne 470, crème cosmétique pour le visage)
- TECHNOLOGIE: NANO-ARGENT Combat les bactéries de manière naturelle. (ligne 430, fers à lisser)

Certains avancent même des arguments écologiques :

- « Eco-friendly,environment-safe & nature anti-bacterial » (ligne 89, torchons et serviettes antibactériens)
- « Eco-friendly & Bio-degradable Urn ; Natural PET Urn » (ligne 275, urne funéraire pour animaux)
- « Our products include silver nano and are eco-friendly with anti-bacterial and sterilized ingredients. They are the answer for our better life and the better future. » (ligne 274, revêtements décoratifs pour appareils ménagers)
- « Long acting, safety and environmental friendly » (ligne 79, filtres à air)
- « Safety and Environmental Protection » (ligne 198, parures de lit)
- « Environmentally friendly. » (ligne 210, serpillères antibactériennes)
- « Enviroment friendly » (ligne 213, torchons antibactériens)
- « Environmentally friendly silver particles circulate through the fridge to repel bacteria keeping food fresher longer. » (ligne 214, réfrigérateurs)
- « Nano Silver clarify coating is an environment-friendly and functional product that sterilizes » (ligne 303, revêtement antibactérien industriel)
- « we use underwater-plasma technologe which is pro-environment-like without other chemical ingredients » (ligne 312, savon)
- « Enviromental products(used environmental raw materials) ; Included silver nano » (ligne 379, lessive)

- « Pure by HeiQ is an efficient, durable, environmentally friendly way of providing sports clothing » (ligne 494, vêtements de sport)

Certaines entreprises tentent également d'utiliser un label écologique ou vert dans le nom de leur compagnie ou leur marque de commerce : Wuhan Eco Pioneer Technology Co ; Neo Ecosystems & Software Pvt ; Best Green Life Co.

Ces trois dernières firmes produisent respectivement de la poudre de nano-argent pour l'industrie, des nanoparticules d'argent pour l'industrie, et des ionisateurs d'eau avec filtre au nano-argent.

D'autres compagnies jouent sur l'aspect visuel de leur site Internet pour suggérer un prétendu caractère écologique à leurs produits, accompagné de slogans comme « Améliorez votre vie ! »,

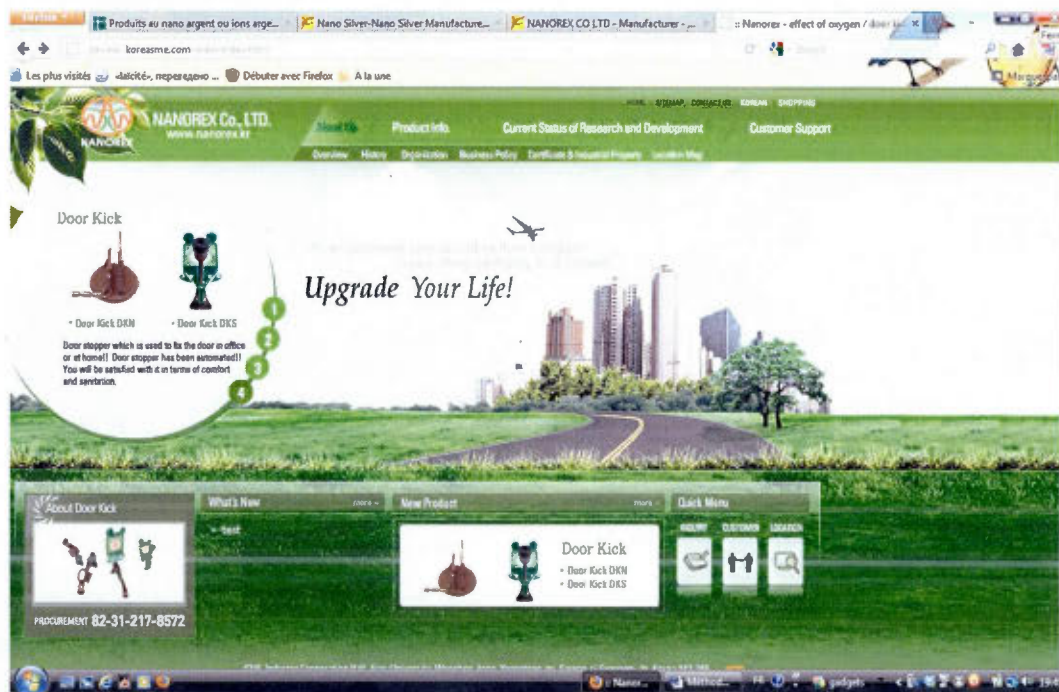


Figure 2.10 : Exemple du site Internet d'une firme suggérant une dimension écologique (capturé le 28/01/2012)

ou encore « Eclairez votre vie » :



Figure 2.11 : Exemple du site Internet d'une firme suggérant une dimension écologique 2 (capturé le 23/02/2012)

Ces deux images représentent l'idéal d'un mode de vie auquel les publicitaires tentent d'associer les produits au nano-argent : une maison familiale à quelques kilomètres de la ville qui demeure à portée de vue, illustrant la tension entre un mode de vie sain et naturel et un monde urbain à la fine pointe de la technologie liés entre eux par l'automobile, camouflée derrière l'immense porte de garage

Ce type de représentation rejoint celle des utilisateurs d'argent colloïdal, comme remède « naturel » en opposition aux médicaments « chimiques » de la médecine allopathique, auquel nous nous intéresserons dans le prochain chapitre. Ici certains producteurs vantent des produits « naturellement antibactériens », qui ne contiennent pas d'autre agent actif que l'argent.

2.2.5 « Le nano-argent est à la fine pointe de la technologie »

Ces arguments semblent vouloir « attirer » le consommateur, garantir la supériorité du produit, jouant sur un imaginaire selon lequel les avancées scientifiques seraient nécessairement synonymes de progrès, menant ainsi à un plus grand bien-être.

L'argument « naturel » rejoint l'idée que les nouvelles technologies sont plus « propres » et que la transition vers un mode de consommation plus écologique passerait d'abord et avant tout par certains développements technologiques.

Les exemples sont là aussi très nombreux :

- « The innovative nano-silver technology application » (ligne 357, poêles à frire)
- « Health Care and Deodorization Stocks are produced through the adoption of world cutting-edge technology. » (ligne 18, chaussettes)
- « Silver Sentinel Filter is Hongtek's newly developed high-tech products, in the original folded filter, based on the use of fewer chemicals, filter layer used in high-tech sterilization layer effect of nano silver. » (ligne 58, filtre à eau pour piscine et spas)
- « With international top technology of nano silver ion, the size of most nano silver particle is about 25 nm, have a strong function in the inhibition and killing of Escherichia coli, Neisseria gonorrhoeae, Chlamydia trachomatis, and dozens of pathogenic microorganisms without resistance. » (ligne 84, filtres à eau pour robinets)
- « ATISSUE is a completion of high nanotechnology. » (ligne 288, lingettes pour bébés)
- « Application of cutting-edge new material nano-silver technology. » (ligne 327, stérilisateur de cuisine)
- « New generation fabrics with antibacterial characteristics produced with nano technology with silver ions. » (ligne 461, tissus)
- « Thanksto application of nanotechnology is the newest generation among agentsfighting unpleasant odours. » (ligne 481, désodorisants ménagers)

2.2.6 « Nano-silver » ou pas ?

Comme nous l'avons déjà évoqué dans la section précédente, on peut douter que tous les produits de cet inventaire contiennent vraiment du nano argent. Nous avons pu observer que certains fournisseurs cultivent l'ambiguïté entre les nanoparticules et les ions argent. Nous avons par exemple lu que certains produits contiennent des « nano silver ions » (exemple : nano silver ions antibacterial). Or, les ions argent Ag^+ sont des atomes d'argent ayant perdu un électron et ont une taille de l'ordre de 150 picomètres, ce qui n'en fait pas des nanoparticules.

Dans quelle mesure le terme « nano silver » sert-il d'argument commercial suggérant une fonction antibactérienne du produit ? En l'absence de dispositifs de déclaration obligatoire et de contrôle des Etats sur ces développements, il est difficile de le dire. On peut cependant repérer des cas d'utilisation abusive du terme « nano silver », comme ce fabricant de produits d'aluminium qui utilise cette expression pour décrire la couleur de son produit :

The screenshot shows the Alibaba.com product page for 'Silver Line Aluminum Ceiling Panel'. The product is listed by Fuzhou Huang Dragon Building Materials Co., Ltd. The 'Quick Details' section contains the following information:

Quick Details	
Type: Ceiling Tiles	Place of Origin: Fujian China (Mainland)
Model Number: HA-0735	Function: Fireproof, Heat Insulation, Moisture-
Ceiling Tile Shape: Square	Ceiling Tile Type: Metal Ceilings
Color: nano silver	Installation: simple
	Brand Name: Huangzhilong
	Feature: Artistic Ceilings
	Metal Ceiling Material: Aluminum
	Price: competitive

A red arrow points to the 'Color: nano silver' entry in the 'Quick Details' table.

Figure 2.12 : Exemple d'utilisation abusive du terme « nano silver » par un distributeur (capturé le 28/01/2012)

Il va de soi que, le terme « nano silver » ne figurant nulle part ailleurs dans la description, ce produit n'a pas été pris en compte dans l'inventaire.

Par ailleurs, le terme « nano » semble lui aussi utilisé abusivement, dans des formulations parfois incompréhensibles, par exemple « Surface Treatment: Nano » :

alibaba.com product id: 90761248 Nano-PVDF Aluminum Composite Panel

«laicité», nepeseden ... Débuter avec Firefox À la une

Alibaba.com Global trade starts here™

Products Suppliers Buyers Buy on Alibaba.com

Search Product

Home Products Construction & Real Estate Aluminum Composite Panels (69931)

Language Option

Nano-PVDF Aluminum Composite Panel

FOB Price [Get Latest Price](#)

Port Shanghai

Minimum Order Quantity 800 Square Meter/Square Meters

Supply Ability 80000 Square Meter/Square Meters per Day

Payment Terms L/C D/P,T/T

Custom Order [Place Order](#)

Verified Company

[Ningxia Gathers Prestige Imp. & Exp. Trading Co., Ltd.](#)

[Ningxia, China (Mainland)]

A&V Checked

No substantiated complaints in last 90 days

Contact Details

View this Supplier's Website

See larger image Nano-PVDF Aluminum Composite Panel

Add to My Favorites

Report Suspicious Activity

Mr. Vims Sim Offline

Contact Supplier

Save a Sample to My Supplier

Product Details Company Profile

Online Showroom 63 Products Other Similar Products from this Supplier

Quick Details

Place of Origin: China (Mainland)

Usage: Outdoor

Function: Mould-Proof

Surface Treatment: Nano

Color: Silver

Figure 2.13 : Exemple d'utilisation abusive du terme « nano » par un distributeur (capturé le 28/01/2012)

Dans ce cas, il peut effectivement y avoir un revêtement nano, mais le mot « silver » n'apparaissant pas, nous n'avons pas pris en compte cet article dans l'inventaire.

2.2.7 Le nano-argent comme un remède à tous les maux ?

Nous avons résumé les propriétés le plus couramment prêtées aux articles au nano-argent par les vendeurs des produits de l'inventaire 1 dans le tableau suivant :

Tableau 2.8 : Propriétés couramment prêtées au nano-argent

Propriétés couramment prêtées aux produits au nano-argent	
Elimine les bactéries	« From the olden days, silver is known as the mysterious substance for prevention and elimination of some 650 bacteria » (ligne 475, colloïde à usage industriel)
Elimine les bactéries résistantes	« It can kill more than 650 kinds of bacteria which includes the drug-resistance bacteria. Besides, it can help to improve damaged cells and rebirth the new sells [sic], quicken the wound healing and grow the new skin. » (ligne 102, désinfectant tout usage)
Anti-viral	« It kills germs, bacteria and viruses and eliminates odours in the air, fabrics, clothing with the unique freshness » (ligne 388, spray de ménage)
Protège également du virus de la grippe aviaire...	« contains a patented Nano Silver that kills germs, bacteria. H1N1 Influenza A virus » (ligne 395, sprays désinfectants)
... et de celui du SIDA	« UNIQUE ANTISEPTIC ACTION: antibacterial antifungal antiviral (including anti HBV and anti HIV) » (ligne 480, savons)
Anti-fongique	« It [silver] naturally inhibits the growth of bacteria, viruses or fungi on the surface of container » (ligne 252, tupper-ware antibactériens)
Empêche les moisissures	« NANOSILVER Disinfectant Spray can help protect your family by helping prevent the spread of harmful bacteria and contralling mould and mildew. In just seconds it kills 99.9% of germs such as Salmonella and E.coli, on hard surfaces that you come into contact with everyday » (ligne 350, spray de ménage)
Capacités anti-odeurs	« The Nano Silver becomes infused into fabrics for continued odor-fighting capabilities » (ligne 398, lessive)
Supprime rapidement certains produits chimiques	« Quickly elimination formaldehyde, benzene, ammonia, TVOC, etc. all kinds of harmful materials antimicrobial, de-gout safety, environment protection » (ligne 159, produit ménager)
Tue les acariens	« Silver - the actual metal found in silverware - is naturally anti-mite, anti-mold, anti-microbe, and fights odors too » (ligne 202, oreiller ergonomique)
Recommandé pour les problèmes de peau, y compris chez l'enfant	« We recommend this product to people with skin problems it is all natural, it is great for children's skin health » (ligne 407, savon pour le visage)
Aide à la cicatrisation (pansements, crèmes, gels pour la peau)	« The ASAP® Ultimate Skin & Body Care product is a highly advanced product that helps in natural wound healing. » (ligne 484, gel pour la peau)

Le caractère potentiellement frauduleux de certaines de ces assertions soulève des interrogations pour le droit de la consommation et mériterait l'attention des associations de consommateurs. Dans cet inventaire, trois produits se démarquent, à savoir les brosses à dents, les biberons et les chaussettes anti-odeurs au nano-argent, ce qui nous amène à un examen plus attentif.

Nous prendrons tout d'abord l'exemple des brosses à dents et des dentifrices au nano-argent. Nous en avons recensé 65 lignes dans l'inventaire 1 (brosses à dents et dentifrices confondus), vendus par 28 firmes différentes, ce qui en fait une des applications les plus répandues du nano-argent dans les produits d'hygiène. Selon les dires de leurs producteurs et vendeurs, ces brosses à dents et dentifrices réduiraient les affections suivantes : l'inflammation des gencives ; la parodontite et le déchaussement des dents (dus aux bactéries) ; la mauvaise haleine ; les contaminations bactériennes et virales :

« Nano silver prevents gums inflammation, periodontitis, periodontal disease as sterilizing and disinfecting the bacilli that is a major cause for all gums disease by pure silver powder of purity 99.9% included in the toothpaste, which is known as excellent nature antibiotics against each pathogenic organ such as virus, bacilli and colitis germs » (ligne 345, dentifrice)

Cependant, ils font courir à leurs utilisateurs des risques d'ingestion ou de contact cutané. Les nanoparticules d'argent pourraient également se répandre dans les eaux usées lors de leur utilisation, ainsi que dans l'environnement d'une façon ou d'une autre lors de la fin de vie de l'objet. Nous avons évoqué plus haut les risques d'intoxication pour les personnes et de pollutions liées aux nanoparticules, qui sont encore mal connus. Ces aspects ne sont cependant jamais abordés dans les discours des producteurs et vendeurs, qui sont monopolisés par des arguments commerciaux.

Quant aux allégations sur l'efficacité du nano-argent dans la prévention des diverses pathologies citées plus haut, il faudrait faire une revue de littérature en dentisterie pour les vérifier, ce qui dépasse le cadre de ce mémoire.

Un autre exemple est celui des biberons. Trois compagnies recensées dans l'inventaire 1 commercialisent des biberons au nano-argent. Les producteurs utilisent l'argument du faible système immunitaire des enfants, qu'il faudrait d'autant plus protéger contre les bactéries :

« thus assures health of babies and little infant susceptible infection by pathogenic bacteria and are weak in immunology » (ligne 332, biberon et tasse pour bébés)

Cependant, comme nous l'avons vu dans le chapitre 1, certaines sources comme l'association les Amis de la Terre dénoncent la trop grande aseptisation de l'environnement, notamment autour des enfants, en soulignant le fait que le développement du système immunitaire nécessite l'entrée en contact avec un large spectre de bactéries.

De plus, le risque d'ingestion des nanoparticules est élevé avec ce type d'objets, et la méconnaissance de leurs effets toxicologiques est d'autant plus problématique qu'il s'agit d'articles destinés à l'alimentation quotidienne de très jeunes enfants. Par ailleurs, au vu des différentes affaires liées aux phtalates et au bisphénol A dans les plastiques des biberons notamment, agissant comme des perturbateurs endocriniens, on peut se demander quels sont les risques potentiels de ces objets revêtus de nano-argent.

Enfin, les chaussettes anti-odeur sont l'une des applications les plus courantes du nano-argent, puisque nous en avons répertorié 53 lignes, commercialisées par 20 firmes différentes. Dans le cas des chaussettes, le risque est encore une fois celui de l'intoxication pour les personnes par contact cutané, ainsi que de pollution environnementale lors du lavage du produit, moment très propice au détachement des nanoparticules du tissu et à leur diffusion dans les eaux usées (Benn et Westerhoff, 2008).

Beaucoup d'arguments pour ces chaussettes sont reliés non pas à la propreté, mais bien à la possibilité de les porter pendant deux semaines sans odeurs :

« We promise that it can be used for 2 weeks continuously without stinking » (ligne 499, chaussettes)

Nous nous intéresserons plus en détail dans le chapitre 4 à l'intolérance aux mauvaises odeurs, et à l'obsession de la désodorisation.

Enfin, voilà quelques exemples d'autres fonctions imputées aux produits et où des propriétés diverses sont prêtées au nano-argent :

- « It also increases a driver's ability to concentrate and get rid of driver's stress due to nano silver coating to steel fiber. » (Ligne 282, ionisateur d'air pour voiture)
- « Multi-function sanitary napkin with negative ion, Improve dysmenrhea, immunity, endocrine, enhance immunity, anti-bacterial » (Ligne 93, serviettes hygiéniques)
- « Effectively reducing food spoilage. Stop Wasting food ! » (Ligne 252, tupper-ware)
- « Maintains balance in the human endocrine system Prevents electromagnetic waves and water veins » (ligne 235, tupper-ware)
- « NANO silver particle transports germanium, cell-activating agent to collagen to stimulate the root of hair and cleans the skin of head. NANO cell-activating matter also awakes impotent cells to restore hair and prevent hair-loss » (ligne 326, lotion pour les cheveux)
- « Babydream finger infant toothbrush is perfect for the babies' gums and it's safe and easy to use 2. It helps develop babies' teeth. » (ligne 334, brosses à dent pour bébés)
- « Antibiosis . Pore reduction . Skin Trouble Free . Moisture reservation . Function of Whitening . Skin contaminant absorption . Strengthening skin immunity function » (ligne 347, cosmétiques)
- « Silver NANO filter for Anti-virus » (ligne 379, filtres pour aspirateurs)
- « In particular, we market Nanobiotics, the replacement of Antibiotics. » (ligne 452, nano-argent pour l'industrie)
- « helps to regulate menstrual period, relief menstrual [sic] pain, reduce white discharge, improve fertility, 99.99% kill bacteria » (ligne 468, serviettes hygiéniques)
- « Colloidal Silver using NanoTechnology for Younger Looking Skin!!! » (ligne 470, crème pour la peau)

La mention « nano-argent », associée à l'innovation technologique, est donc présentée bien abusivement comme promesse de santé voire de jeunesse et comme la panacée à tous les maux.

Comme nous l'avons évoqué plus haut, tous les produits de l'inventaire 1 ou presque existent également en version « classique », c'est-à-dire sans nano-argent (sèche-cheveux, brosses à dents, tapis, filtres, etc.). Nous avons également vu que les producteurs et vendeurs de ces articles basent leur argumentaire de vente sur certaines vertus prêtées au nano-argent (son aspect « naturel », écologique, son caractère prétendument « sécuritaire », son image de « haute technologie », etc.).

Cependant, quelle est la validité de ces prétentions associées au nano-argent ? Relèvent-elles d'abord de l'argumentation des vendeurs de produits au nano-argent, s'appuient-elles sur des études sérieuses, sur des arguments fondés ou relèvent-elles simplement de la « pragmatique, où, par glissements sémantiques successifs, une construction discursive

contribue à créer une nouvelle réalité balayant d'emblée toute analyse sociopolitique et toute réflexion ontologique, soucieuses des réalités complexes et de leurs hiérarchies » ? (Vandelac et Beaudoin, 2011)

2.2.8 Conclusion : Les connotations de la mention « nano-silver »

Les producteurs et vendeurs des produits au nano-argent lui prêtent de nombreuses propriétés selon ses usages, notamment le fait d'être un antibactérien, anti-fongique, anti-viral, anti-odeurs, de supprimer les traces de pesticides, de tuer les acariens, d'aider les cicatrisations et d'avoir des effets bénéfiques pour la peau. Ce sont les propriétés le plus souvent vantées, mais certains disent même qu'il améliore l'immunité, arrête les ondes électromagnétiques, supprime le stress du conducteur ou prévient la calvitie. Ces assertions sont difficilement vérifiables dans le cadre de ce mémoire.

En mentionnant la formule « nano-silver », les producteurs et vendeurs supposent que les consommateurs vont être attirés par :

- La nouveauté et les produits des technologies de pointe. Le terme « nano » atteste alors d'un produit nouveau, à la pointe de la technologie.
 - La fonction antibactérienne, ou toute autre fonction supplémentaire liée au nano-argent.
- Les mentions « nano silver » ou « nano silver technology » semblent répandues pour certifier l'efficacité antibactérienne. D'après les arguments commerciaux des vendeurs des produits de l'inventaire, nous avons pu identifier plusieurs dimensions auxquelles la mention « nano silver » renvoie : les méthodes ancestrales d'hygiène, les produits naturels, les produits écologiques, les nouvelles technologies. Au vu de notre étude, la mention « nano silver » a donc une connotation plutôt positive dans le discours des vendeurs répertoriés dans l'inventaire, puisqu'elle confère aux produits une garantie d'hygiène et d'innovation technologique.

Si ces producteurs et vendeurs de nano-argent utilisent des représentations existantes chez les consommateurs pour faire passer leurs messages publicitaires, ils sont également les créateurs d'un discours entourant ces produits et teintant le nano argent des différentes connotations que nous venons de détailler.

2.2.9 La communication autour de la mention « nano »

Nous avons évoqué précédemment que la déclaration et l'étiquetage obligatoires des nanoparticules peinent grandement à se mettre en place, et que l'information sur les nanomatériaux repose essentiellement sur la libre déclaration des producteurs et des revendeurs. Que le produit contienne réellement ou non du nano-argent, le terme « nano-silver », ou « nano-silver technology » est parfois un argument marketing, cette mention étant destinée à apporter une prétendue plus-value au produit (en supposant qu'un fer à lisser antibactérien « nano-silver » se vendra mieux qu'un fer à lisser classique...).

L'association VivAgora prétend qu'il y aurait une tendance des industriels à retirer la mention « nano » de leurs produits, ce que nous avons pu observer dans des études sur la nanoalimentation, en Amérique du Nord notamment (Beaudoin *et al.*, 2012)⁴⁹, mais ce qui n'est peut-être pas le cas du nanoargent, ni le cas dans les principaux pays producteurs du Sud-est asiatique...

Si certains grands producteurs veulent éviter qu'une impression négative des nanoparticules ou des nano-produits ne nuise à l'image de marque de leur compagnie, cela est sans doute fort différent dans le cas des petites firmes, voire des start-ups. Or, dans notre inventaire sur le nanoargent, ces firmes cherchent soit à se faire remarquer pour ces produits ciblés qui sont les seuls de leur production, ou qui constituent leur produit phare. Quant aux firmes qui feraient faussement valoir, comme simple argument de vente, que leur produit contient des nanoparticules d'argent, il est pour l'instant impossible d'en estimer la proportion, d'autant plus que les principaux pays producteurs, comme la Chine et l'Inde ont aussi acquis une réputation non enviable dans le domaine de la contrefaçon au cours des dernières décennies, ce qui complique davantage encore la surveillance de telles pratiques.

Si les industriels retiraient effectivement la mention « nano » de leurs étiquettes, cela laisserait supposer que la perception des nanotechnologies est en train de changer chez les

⁴⁹ Selon le blog Nanopublic, la tendance à la disparition de la mention « nano » aux Etats-Unis serait consécutive à l'annonce de l'EPA de vouloir réglementer les nano-particules d'argent : <http://www.nanopublic.com/2006/11/manufacturers-removing-nano-labels.html> (consulté le 06/09/13)

consommateurs, qui, après avoir imaginé les nano comme étant un gage de qualité, de nouveauté et d'efficacité, commenceraient à se méfier des risques qu'elles comportent et chercheraient alors à s'en protéger.

Selon VivAgora, les industriels européens communiquent peu sur les nanotechnologies en général⁵⁰ :

Dans un contexte social incertain, marqué par des interrogations grandissantes sur les risques sanitaires et environnementaux des nanotechnologies, certains industriels préfèrent ne pas communiquer sur ces développements, car ils craignent de possibles réactions de rejet de la part de la population (2010, p.37) ; L'étude RSE de Novethic⁵¹ a ainsi révélé que 54% des entreprises cotées en bourse sont silencieuses sur le sujet des nanotechnologies. (Vivagora, 2010, p.69).

La production et la vente de produits au nano-argent sont actuellement laissées sans réelle évaluation scientifique et sociale, sans réglementation et sans obligations faites aux producteurs et vendeurs de communiquer sur la composition exacte de leurs produits. Les éventuelles recherches scientifiques réalisées dans le cadre privé des compagnies productrices sont entourées de secret industriel et la course aux brevets est plus que jamais en marche dans le domaine des nanotechnologies en général, au détriment du principe de précaution et des réglementations déjà en place faute de définition exacte de « ce qui est nano » ou pas.

Nous avons fait l'hypothèse préalable que le champ du nano-argent se développe selon deux axes distincts, soit celui des produits de consommation manufacturés (inventaire 1) et celui de l'argent colloïdal à usage dit thérapeutique (inventaire 2). Nous allons désormais nous intéresser à l'état actuel de développement de l'argent colloïdal et aux différents aspects de ce champ particulier.

⁵⁰ http://www.novethic.fr/novethic/entreprises/impact_local/sante/nanoproduits_silence_industriels_pourrait_leur_nuire/131174.jsp (consulté le 06/09/13)

⁵¹ Etude RSE Novethic 2010, « Nanotechnologies : Risques, opportunités ou tabous : quelle communication pour les entreprises européennes », septembre 2010
<http://www.novethic.fr/novethic/v3/pop-etudes.jsp?idEtude=39> (consulté le 23/08/12)

CHAPITRE III

LES MONDES DE L'ARGENT COLLOÏDAL ET DU NANO-ARGENT

Nous avons vu dans la partie précédente que certains produits au nano-argent avaient des usages médicaux, et pouvaient être utilisés dans des pansements, ou intégrés dans des instruments ou encore du mobilier hospitalier, dans le but d'améliorer l'aseptisation requise par les soins. Par ailleurs, l'argent est l'objet d'une tradition d'usages à la fois quotidiens et médicaux.

Dans cette partie, nous allons nous intéresser aux usages contemporains de l'argent colloïdal dans le cadre des médecines dites douces, naturelles ou alternatives, dans la mesure où c'est cet aspect qui est ressorti de façon éloquente du travail d'inventaire Internet réalisé, cette relation aux médecines alternatives s'y étant imposée avec force. Rappelons que l'argent colloïdal est une solution aqueuse d'argent obtenue par électrolyse, contenant des nanoparticules d'argent et des ions Ag^+ . Il est administré par voie orale, en application locale sur la peau, ou encore sous forme de gouttes pour les yeux.

L'argent colloïdal entre dans ce que la Commission Européenne nomme les « médecines non conventionnelles »⁵² (faisant référence à toutes les méthodes de soin ne relevant pas de la médecine allopathique, aussi communément appelées médecines naturelles, parallèles, alternatives, douces, etc.).

En effet, la FDA américaine et la TGA (Therapeutic Goods Administration) australienne n'autorisent pas les vendeurs d'argent colloïdal à lui prêter des propriétés thérapeutiques, et ce produit n'est pas commercialisé dans les pharmacies. Si, d'après des témoignages

⁵² Selon le rapport du 16 mars 1997 : <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A4-1997-0075+0+DOC+XML+V0//FR> (consulté le 06/09/13)

d'utilisateurs, certains thérapeutes en médecines non conventionnelles semblent recommander son utilisation (d'après des témoignages d'utilisateurs), nous sommes portée à croire suite à la consultation de nombreux forums de discussion sur Internet qu'il est très souvent utilisé dans le cadre de l'auto-médication, ce qui semble être confirmé par sa fabrication par de petites entreprises qui le vendent en ligne directement aux utilisateurs, et qu'il existe des appareils permettant d'en faire soi-même.

Le principal risque associé à l'argent colloïdal, et notamment lorsqu'il est administré par voie orale, est l'argyrie, une affection causant une coloration argentée définitive de la peau. La quantité d'argent absorbée susceptible de mener au développement de cette affection n'est cependant pas déterminée. Par ailleurs, certaines études suggèrent que l'argent ingéré peut s'accumuler dans des organes comme les reins, le foie et les cornées (Rosenman *et al.*, 1979, Sue *et al.*, 2001, dans Panyala *et al.*, 2008) et d'y causer des lésions (Drake P.L., Hazelwood K.J., 2005, dans AFSSET, 2010).

Nous nous sommes intéressée à l'argent colloïdal dans le cadre de cette recherche parce que, comme pour les produits manufacturés et les nanomatériaux de l'inventaire 1, ses producteurs et vendeurs clament que leurs produits contiennent des nanoparticules d'argent. Cependant, l'argent colloïdal n'est pas, à proprement parler, un produit issu des nanotechnologies au sens où on l'entend selon les discours dominants dans les médias grand public, avec les connotations d'innovation et de technologie de pointe associées à ce terme. Nous allons d'ailleurs voir en quoi l'argent colloïdal s'inscrit dans le champ du nano-argent et selon quelles modalités il s'en distingue.

3.1. Convergences et divergences de l'argent colloïdal et du nano-argent

Voyons d'abord quels sont les traits communs entre l'argent colloïdal et le nano-argent. Pour commencer, au plan du discours, ils partagent tous deux le projet de permettre aux individus de se soigner naturellement. De nombreux producteurs d'argent colloïdal vantent le caractère naturel de leurs produits, de même que bon nombre de vendeurs de produits manufacturés au nano-argent. Dans le cas de l'argent colloïdal, on tente surtout de justifier son inocuité en prétendant que ce « remède » naturel existerait depuis des centaines, voire des milliers d'années, comme en témoignent les citations suivantes :

- « And the answer is, for the same reasons that it was so widely ingested long before the advent of modern pharmaceuticals. In fact, colloidal silver has been around for hundreds of years as an antibiotic and antiviral substance » (Site de Ma'atShop)⁵³
- « The historical use of the **mineral silver** by mankind is long and indisputable. For thousands of years, it has been used for the same reasons we are using it now in our **Advanced Colloidal Silver supplement** form. » (Site de Utopia Silver)⁵⁴
- « Natural Care was founded under the guiding principal that Nature holds the key in solving many of life's health issues » (Site de NaturalCare)⁵⁵

Les arguments en faveur des nouvelles technologies sont également utilisés :

- « **NaturalCare® Product** was founded in 1993 with the goal of providing focused specialty homeopathic and specialty dietary supplement products using traditional remedies with the latest science in nutritional supplementation. » (Site de NaturalCare)⁵⁶

Ensuite, la volonté de conserver une bonne santé, de prévenir les maladies plutôt que de les soigner apparaît tant chez les utilisateurs d'argent colloïdal que chez les consommateurs d'articles au nano-argent souhaitant aseptiser leur environnement. C'est un discours partagé par les producteurs et les vendeurs d'argent colloïdal (certains recommandent sa consommation régulière à titre préventif, pour renforcer le système immunitaire), même s'il convient ici de différencier la volonté d'aseptiser son environnement et celle de renforcer ses défenses immunitaires :

- « Our colloids provide the body with minerals to maintain optimum health. By maximizing the particle surface area of the nanometer sized particles we keep our products in the forefront of quality and effectiveness » (Site de Purest Colloids)⁵⁷
- Depuis que j'en prends quotidiennement, je n'ai pas eu un seul rhume ni une seule maladie. J'en prends environ une cuillerée à soupe chaque matin. (témoignage de l'utilisateur « Carl Fergusson » sur le blog « L'argent colloïdal 100% nature », le 13 mars 2010)⁵⁸

Susciter la peur de la menace bactérienne et induire une certaine culpabilité des parents à l'égard de la protection de la santé de leurs enfants, voire celle des adultes à l'égard de leur propre santé, fait aussi partie de l'arsenal discursif déjà décrit pour les produits nano-argent destinés à aseptiser l'environnement :

⁵³ http://spiritofmaat.com/maatshop/n2_silver.htm (consulté le 23/01/12)

⁵⁴ <http://www.utopiasilver.com/products/silver/> (consulté le 23/01/12)

⁵⁵ <http://www.enaturalcare.com/about-us/> (consulté le 23/01/12)

⁵⁶ <http://www.enaturalcare.com/about-us/> (consulté le 23/01/12)

⁵⁷ <http://www.purestcolloids.com/> (consulté le 23/01/12)

⁵⁸ <http://argent-colloidal.over-blog.fr/article-14-j-utilise-l-argent-colloidal-depuis-2-ans-46614336.html> (consulté le 23/01/12)

- « Now is the time to get serious about your wellbeing and prepare to make a stand in favor of your family's health. » (Première phrase du site de SilverBiotics)⁵⁹
- « protects against colds, flu, and hundreds of diseases (even anthrax) » (Site de Ma'atShop)⁶⁰

Comme en témoigne cette dernière citation, certains producteurs prêtent à l'argent colloïdal des propriétés qui permettraient, disent-ils, d'outrepasser certaines des limites de la médecine conventionnelle.

Enfin, l'argent colloïdal pourrait représenter, selon ses promoteurs, une alternative aux antibiotiques. Certains partisans de l'argent colloïdal avancent d'ailleurs que celui-ci était davantage utilisé en médecine dans la première partie du XX^{ème} siècle, et qu'il est tombé en désuétude lors de l'avènement des antibiotiques dans les années 1940. Face à la crise actuelle des antibiotiques, marquée par le développement de souches de bactéries résistantes⁶¹, l'argent colloïdal, que certains s'administrent par voie orale, apparaît alors comme une alternative thérapeutique. Par ailleurs, des accessoires de soins contenant du nano-argent font leur apparition : pansements, cathéters⁶², mobilier médical⁶³.

- Complément Alimentaire 100% Naturel ; Colloïdes d'Argent = "antibiotique bio" (Site de l'Association Caraïbéenne d'Aide à la Connaissance)⁶⁴
- L'Argent Colloïdal, Un Puissant Antibiotique Naturel (Site de Espace Naturopathie)⁶⁵

Cependant, les produits au nano-argent et l'argent colloïdal ne visent pas le même public et ne proviennent pas des mêmes régions du monde.

Dans le second inventaire réalisé, nommé inventaire 2 « argent colloïdal à visée thérapeutique », portant sur les firmes qui vendent de l'argent colloïdal en tant que produit de médecine naturelle ou qui vendent des générateurs permettant d'en faire soi-même, on constate que ces produits proviennent en majorité de pays occidentaux de

⁵⁹ <http://www.silverbiotics.com/> (consulté le 23/01/12)

⁶⁰ http://spiritofmaat.com/maatshop/n2_silver.htm (consulté le 23/01/12)

⁶¹ http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/medecine/d/sommet-mondial-contre-la-resistance-des-bacteries-aux-antibiotiques_25147/ ; http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/medecine/d/une-bacterie-resistante-a-tous-les-antibiotiques-decouverte-a-marseille_28345/ (consulté le 23/01/12)

⁶² <http://www.caducee.net/breves/breve.asp?idb=8735&mots=all> (consulté le 23/01/12)

⁶³ Exemples : ligne 542 de l'inventaire 1 : http://www.alibaba.com/product-free/113404223/High_Tech_Anti_Microbial_MEDICINE_CABINET.html

Ligne 368 : <http://www.ec21.com/product-details/Anybeam-Dental-Laser-System--1118881.html> (consultés le 23/01/12)

⁶⁴ <http://www.argent-colloide.com/index.html> (consulté le 23/01/12)

⁶⁵ <http://www.argent-colloidal.ws/accueil/index.html> (consulté le 23/01/12)

l'hémisphère nord, alors que la carte des produits nano-argent manufacturés se situait surtout en Asie. Rappelons que l'inventaire 2 a été réalisé au premier trimestre 2012 à partir de recherches sur Internet et de l'utilisation de différents forums sur l'argent colloïdal.

Cet inventaire n'a pas la prétention d'être parfaitement exhaustif. En effet, la petite taille des firmes, leur production réduite la plupart du temps, ainsi que l'absence de sites Internet en langue anglaise ou française (qui sont souvent l'apanage des grandes entreprises ou des firmes occidentales, ce qui pourrait expliquer la prédominance de ces pays dans notre recensement), n'ont pas permis de réaliser un recensement complet, si bien que la carte suivante, qui mériterait d'être complétée, est présentée à titre purement indicatif.

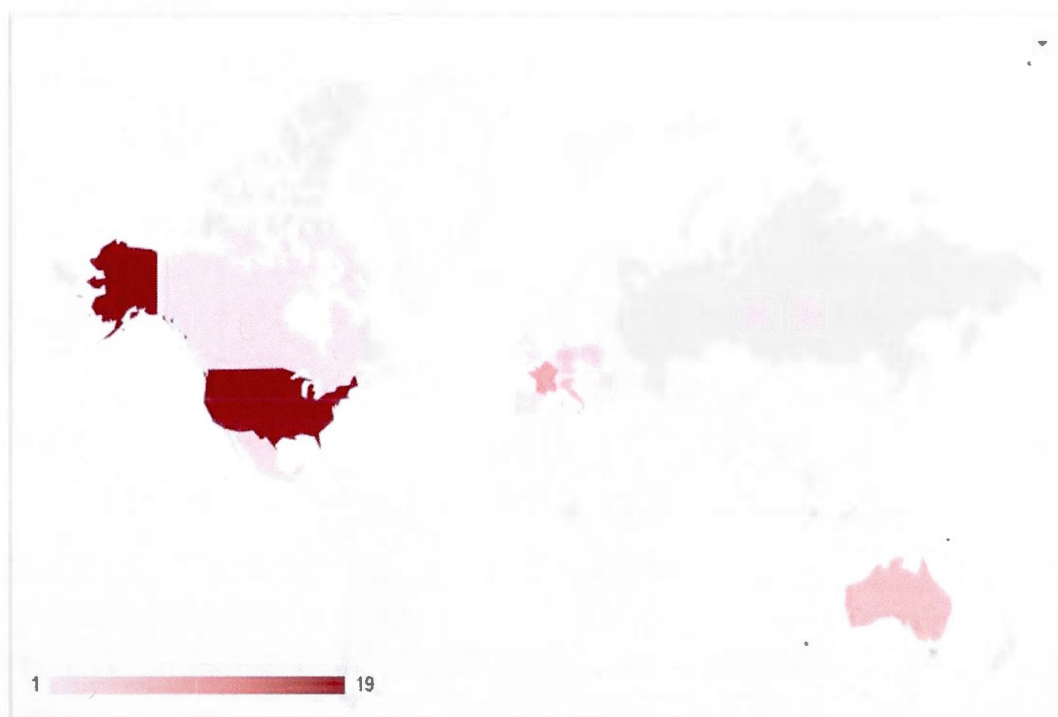


Figure 3.1 : Répartition mondiale des compagnies commercialisant de l'argent colloïdal selon les données de l'inventaire 2, réalisé en février 2012

Cette carte a été réalisée à partir des données suivantes :

Tableau 3.1 : Nombre de compagnies commercialisant de l'argent colloïdal par pays selon les données de l'inventaire 2, réalisé en février 2012

(continent africain)	1
Allemagne	4
Australie	6
Cameroun	1
Canada	1
Espagne	1
France	9
Italie	6
Liechtenstein	1
Malaisie	4
Mexique	2
Nouvelle-Zélande	1
Pays-Bas	1
Pologne	3
Porto Rico	1
Portugal	1
Roumanie	1
Royaume-Uni	1
Russie	1
Suisse	3
Thaïlande	1
Taiwan	1
USA	19
Total	70

Par ailleurs, les firmes produisant les articles de l'inventaire 1 sont soit des petites compagnies récentes spécialisées dans les nanotechnologies, soit de plus grosses entreprises dans lesquelles les produits au nano-argent ne représentent que quelques articles de leur panoplie.

Les entreprises produisant de l'argent colloïdal sont en revanche pour la plupart de petites entreprises le plus souvent fortement marquées par les convictions de leurs créateurs. En effet, leurs cadres n'hésitent pas à témoigner eux-mêmes de l'efficacité et de l'innocuité de l'argent colloïdal :

- - Même que plusieurs personnes (moi inclus) en prennent quotidiennement de façon préventive et/ou en tant que complément alimentaire (Site de l'Association Caraïbéenne d'Aide à la Connaissance⁶⁶)

⁶⁶ <http://www.argent-colloide.com/index.html> (consulté le 18/03/12)

- le laboratoire est né d'un long travail de recherches de Mr Le Borgne. Son fils est atteint d'une maladie orpheline incurable [...] Déçu par les traitements lourds existants, Germain insiste auprès de son père afin qu'il solutionne ses problèmes de peau. C'est ainsi que Mr Le Borgne découvre les vertus de l'argent colloïdal en 2008. [...] Germain fait part à son père de la souffrance qu'il a enduré [sic] et sa volonté de commercialiser de l'argent colloïdal afin que tous puissent en profiter. De là est né le laboratoire Bio Colloïdal France (Site de Bio Colloïdal)⁶⁷

Certains de ces promoteurs sont également engagés dans des combats pour la reconnaissance des médecines non conventionnelles et pour la diffusion d'informations thérapeutiques au sujet de l'argent colloïdal. Ils donnent eux-mêmes de l'information⁶⁸ ou citent des sources diverses à ce sujet⁶⁹ : sites Internet, blogs, livres (notamment celui de Franck Goldman pour les francophones), etc., que nous détaillerons plus bas lorsque nous présenterons quelques défenseurs de l'argent colloïdal et leurs moyens de diffuser l'information.

La majorité de ces produits sont vendus sur Internet directement du producteur au consommateur. Certains produits sont également vendus sur Internet par l'intermédiaire de sites spécialisés (notamment en Australie⁷⁰ et en Italie⁷¹). Enfin, quelques produits sont vendus dans des boutiques spécialisées (aux USA, SilverBiotics ; en France, Bio Colloïdal⁷² et Catalyons⁷³ ; au Cameroun, Espace Naturopathie⁷⁴, etc.).

Les vendeurs d'argent colloïdal et d'accessoires pour en faire soi-même s'adressent à un public sensibilisé à la question de l'auto-médication et aux médecines non conventionnelles.

⁶⁷ <http://www.biocolloidal.fr/m-70-qui-somme-nous-.html> (consulté le 23/01/12)

⁶⁸ Exemple : Eau Positive : <http://www.eau-positive.com/historique.html> (consulté le 23/01/12)

⁶⁹ Exemples : Association Caraïbéenne d'Aide à la Connaissance <http://www.argent-colloide.com/liens.html> ; Natural Immunogenics Corp http://www.natural-immunogenics.com/silver_history.php (consultés le 23/01/12)

⁷⁰ Exemples : http://www.australiahealthychoice.com.au/vitamins/colloidal-silver-silvex-solutions/prod_206.html ; http://www.myshopping.com.au/ZM--850120770_Vitamins_and_Nutrition (consultés le 23/01/12)

⁷¹ Exemples : http://www.ecosalute.it/argento/argento_colloidale_100_ml_sc_102.htm ; http://www.santenaturels.com/vero-argento-colloidale_2750410.html ; <http://www.erboristeriasauro.it/argento-colloidale-gocce.html> (consultés le 23/01/12)

⁷² <http://www.biocolloidal.fr/distributeurs.html> (consulté le 23/01/12)

⁷³ <http://www.catalyons.com/ou-trouver-catalyons.php> (consulté le 23/01/12)

⁷⁴ <http://www.argent-colloidal.ws/accueil/index.html> (consulté le 23/01/12)

3.2 Argent colloïdal : une communauté d'échange d'informations ?

Nous venons d'évoquer le fait que certains producteurs et vendeurs d'argent colloïdal sont activement impliqués dans sa diffusion et sa reconnaissance. Toutefois, les législations américaine et australienne, deux pays figurant parmi les principaux producteurs, interdisent aux vendeurs d'argent colloïdal d'en clamer publiquement des mérites thérapeutiques. C'est pourquoi on retrouve des phrases de ce type sur toutes les pages web des produits de ces pays :

« These products have not been tested or approved by the U.S. Food and Drug Administration and are not intended to diagnose, prevent, treat or cure any disease » (Colloids for Life)⁷⁵

On ne trouve pas ce type de précautions sur les sites européens car la législation en place en Europe n'oblige pas les vendeurs d'argent colloïdal à en faire mention.

La FDA et la TGA ont déjà donné des avertissements sur les prétentions publicitaires et informatrices sur les produits, à la firme américaine Purest Colloids en 2004 par exemple :

« Mesosilve™, Mesogold™ and Mesocopper™ are promoted on your website for conditions that cause the products to be drugs under section 201(g)(1) of the Act [21 USC 321 (g)(1)]. The therapeutic claims on your web site establish that the products are drugs because they are intended for use in the cure, mitigation, treatment, or prevention of disease. The marketing of these products with these claims violates the Act. » (Extrait de la lettre envoyée par la FDA au responsable de la société Purest Colloid le 2 décembre 2004⁷⁶)

Dans un tel contexte, on peut observer de nombreux moyens de contournement : pages web distinctes pour les données sur le produit et pour l'information générale sur l'argent colloïdal⁷⁷, voire même sites Internet différents⁷⁸, liens vers des sites ou blogs à vocation d'information⁷⁹, etc.

⁷⁵ <http://www.colloidsforlife.com/> (consulté le 15/08/12)

⁷⁶ Lettre en intégralité :

<http://www.fda.gov/ICECI/EnforcementActions/WarningLetters/2004/ucm146690.htm> (consulté le 15/08/12)

⁷⁷ Par exemple, le site de la firme Colloids for life : <http://www.colloidsforlife.com/Colloidal-Silver> (consulté le 15/08/12)

⁷⁸ Par exemple la firme Colloidal Science Laboratory sur laquelle nous reviendrons plus bas

⁷⁹ Par exemple les firmes SilverGen : http://www.silvergen.com/links_resources.htm ; et Utopia Silver : <http://www.utopiasilver.com/index.htm> (consulté le 15/08/12)

Les producteurs et vendeurs ne sont pas les seuls acteurs de la diffusion d'information sur l'argent colloïdal : il semble que les utilisateurs (satisfaits), certains médecins et naturopathes y participent également, alors que des sites Internet sur les médecines non conventionnelles y font référence. On pourrait presque parler de communauté virtuelle des utilisateurs d'argent colloïdal, qui réunirait à la fois producteurs et utilisateurs : des conseils se donnent sur des forums en ligne, certains tiennent des blogs. Internet joue un rôle certain dans la diffusion des savoirs ou des croyances sur l'argent colloïdal. Cette communauté est plus développée dans le monde anglophone que francophone.

Nous prendrons comme exemple le blog de Steve Barwick sur l'argent colloïdal : <http://colloidalsilversecrets.blogspot.ca/> (consulté le 17/08/12)

Barwick se dit être un journaliste spécialisé en santé naturelle. Il commercialise une vidéo de 60 minutes sur « les secrets de l'argent colloïdal »⁸⁰ et un livre de 540 pages, *The Ultimate Colloidal Silver Manual*, dans lequel il clame que la FDA empêche la diffusion de l'argent colloïdal pour préserver les intérêts des compagnies pharmaceutiques produisant des antibiotiques :

« The truth is, it has become abundantly clear that the FDA is now little more than the enforcement arm of the major drug companies! Literally billions of dollars in profits are pocketed annually by these pharmaceutical giants thanks to the monopoly they hold on the sale of expensive prescription antibiotic drugs. And colloidal silver is considered to be the biggest threat to that multi-billion dollar annual monopoly on prescription antibiotics »⁸¹

Enfin, il est le président de The Silver Edge, une compagnie américaine produisant des générateurs d'argent colloïdal⁸²

Nous nous sommes également intéressée au site SilverColloids.com⁸³, dont l'administrateur est Francis Key, le fondateur d'une entreprise produisant de l'argent colloïdal nommée Colloidal Science Laboratory⁸⁴ basée dans le New-Jersey. Cette entreprise vend de l'argent colloïdal (le Mesosilver) et réalise des analyses de laboratoire sur des solutions colloïdales. C'est ici un bon exemple de la séparation du site

⁸⁰ <http://www.colloidalsilversecretsvideo.com/> (consulté le 17/08/12)

⁸¹ <http://www.ultimatecolloidalsilvermanual.com/> (consulté le 17/08/12)

⁸² <http://www.thesilveredge.com/index.shtml> (consulté le 17/08/12)

⁸³ <http://www.silver-colloids.com/about.html> (consulté le 17/08/12)

⁸⁴ <http://www.colloidalsciencelab.com/> (consulté le 17/08/12)

commercial et du site d'information de ces petites entreprises, que nous évoquions plus haut.

3.3 Nano-argent et argent colloïdal : défenseurs, détracteurs et intérêts divers

En dépit de la diffusion rapide du nano-argent et de l'argent colloïdal, certaines voix s'élèvent contre le développement et la diffusion de ces produits, et tiennent un discours centré sur les risques qui y sont associés. Les différents acteurs de ce champ tentent d'influencer la mise en place de la réglementation en leur faveur.

Par exemple, la compagnie pharmaceutique Merck a donné son appui en 2011 à la pétition à l'EPA pour la reconnaissance du nano-argent et de l'argent colloïdal comme pesticide⁸⁵ (pétition initiée en 2008 par l'International Center for Technology Assessment, une ONG basée aux Etats-Unis⁸⁶). Merck possède des brevets sur des antibiotiques et investit dans la recherche pour en développer de nouveaux⁸⁷. Cette compagnie se placerait donc, selon les promoteurs du nano-argent et de l'argent colloïdal, contre le nano-argent manifestement pour des raisons commerciales :

« the true agenda of the petition to the EPA was colloidal silver, which represents a huge threat to the billions of dollars in profits Big Pharma annually rakes in from less effective, less safe and far more expensive patented antibiotic drugs. »⁸⁸

Selon Luoma, en novembre 2006, l'EPA, à la demande notamment du groupe Tric-TAC (une agence technique consultative travaillant pour les POTWs (Publicly Owned Treatment Works : les stations d'épuration)), a déjà réglementé les machines à laver utilisant de l'argent comme des pesticides, en les faisant passer sous la réglementation du U.S. Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act (FIFRA).

⁸⁵ Source :

http://www.alignlife.com/articles/publicpolicy/Merck_Petitions_EPA_Against_Nano_Silver.html (consulté le 06/09/13)

⁸⁶ Source : <http://blogs.edf.org/health/2009/02/12/regulating-nano-silver-as-a-pesticide/> (consulté le 06/09/13)

⁸⁷ Source : <http://www.outsourcing-pharma.com/Preclinical-Research/Merck-produces-first-in-class-antibiotic-to-fight-MRSA> (consulté le 06/09/13)

⁸⁸ http://www.alignlife.com/articles/publicpolicy/Merck_Petitions_EPA_Against_Nano_Silver.htm (consulté le 06/09/13)

Par ailleurs, plusieurs associations et organisations environnementales se sont positionnées contre le développement du nano-argent dans l'industrie, pointant ses risques pour la santé et l'environnement. Par exemple, Greenpeace a pris position, notamment lors de l'adresse de la même pétition à l'EPA⁸⁹. Friends of The Earth (Australie et Etats-Unis) a édité deux rapports sur les dangers du nano-argent en 2009 et 2011 : « Nano & Biocidal Silver : Extreme Germ Killers Present a Growing Threat to Public Health » et « Nano-silver : policy failure puts public health at risk ».

Le Project on Emerging Nanotechnologies, mené par le think tank américain Woodrow Wilson International Center for Scholars, a également réalisé rapports et inventaires, notamment un inventaire de tous les produits contenant des nanoparticules (jusqu'en août 2011), et le rapport PEN 15, « Silver nanotechnologies and the environment : old problems or new challenges ? », réalisé par Samuel Luoma en 2008, qui s'intéresse aux impacts environnementaux du développement du nano-argent et à sa toxicité.

Le NRDC (Natural Resources Defense Council, Etats-Unis) dénonce le fait que l'EPA autorise la commercialisation de textiles au nano-argent avant d'avoir réalisé les tests nécessaires pour prouver leur innocuité pour l'humain et l'environnement, à travers le cas de la compagnie suisse HeiQ⁹⁰ (lignes 494 et 495 de l'inventaire 1).

En 2011, le BfR (Institut fédéral allemand de l'évaluation des risques) recommande de renoncer à l'utilisation du nano-argent dans les produits alimentaires et les articles d'usage quotidien tant que l'état des données ne permet pas une évaluation précise des risques qu'il comporte pour la santé⁹¹.

Nous avons vu dans le chapitre 1 que certains de ces organismes, comme Friends of the Earth ou le PEN, tentent de rassembler régulièrement les informations disponibles sur le nano-argent, afin d'en évaluer les risques et les modalités de contrôle.

⁸⁹ Source : <http://www.systoc.com/newscomments/news/Dec08/Nanosilver.asp> (consulté le 25/08/12)

⁹⁰ <http://www.nrdc.org/media/2012/120126.asp> (consulté le 25/08/12)

⁹¹

http://www.bfr.bund.de/en/press_information/2011/10/safety_of_nano_silver_in_consumer_products_many_questions_remain_open-70234.html (consulté le 06/09/13)

Evidemment, le nano-argent compte également des défenseurs, particulièrement dans le cas de l'argent colloïdal. Aussi, face aux détracteurs de l'argent colloïdal lorsqu'ils évoquent le danger de l'argyrie, la compagnie Purest Colloids a créé une page Internet⁹² sur son site où il est expliqué que le patient atteint d'argyrie le plus célèbre d'Amérique, un dénommé Paul Karason dont la peau a entièrement viré à l'argenté, est arrivé à cet état irréversible en prenant des quantités énormes d'une solution de sels et de chlorure d'argent faite maison, et non d'argent colloïdal. Ainsi, l'argent colloïdal se trouve « innocenté » et lavé de tout soupçon d'intoxication. Cette compagnie ne parle d'ailleurs pas de « Colloidal silver » mais de « True colloidal silver » qu'ils sont les seuls, disent-ils, à commercialiser, et qui ne peut en aucun cas être produit de façon artisanale, ce qui les oppose à de nombreuses entreprises comparables qui commercialisent également des générateurs.

Certains promoteurs du nano-argent, tels que The Silver Nanotechnology Working Group⁹³, estiment que le nano-argent est utilisé par des organisations écologistes pour mener une campagne destinée à effrayer les gens à propos des nanotechnologies :

« Environmentalist organizations have perceived nanotechnology to be a new technology that is opportunistic to campaign against. Nanosilver has been selected as a key target for nano-fear campaigning »⁹⁴

Or, The Silver Nanotechnology Working Group relève de l'association The Silver Institute qui, bien qu'il se dise « sans but lucratif », a pour président Geoff Burns, qui travaille également pour la Pan American Silver Corp, une compagnie minière multinationale basée à Vancouver. Son vice-président, Fernando Alanis, travaille par ailleurs pour Industrias Peñoles, un groupe minier mexicain qui, selon son site Internet, est un grand producteur d'argent raffiné⁹⁵. Enfin, leur trésorier, Thomas Angelos, ainsi que son assistant appartiennent à la compagnie minière américaine Coeur d'Alene Mines

⁹² <http://www.purestcolloids.com/blue-man.php> (consulté le 23/01/12)

⁹³ <http://www.silverinstitute.org/site/silver-resources/silver-nanotechnology-working-group/> (consulté le 18/02/12)

⁹⁴ Source : publication du Silver Institute : nanotech.lawbc.com/uploads/file/00083014.PDF

⁹⁵ Source, le site du groupe : http://www.penoles.com.mx/Portal/faces/VO/PerfilCorporativo?_afLoop=323033610127000&_afWindowMode=0&_afWindowId=1c30b8qbsh_1&wcnav.model=%2Foracle%2Fwebcenter%2Fportalapp%2Fnavigations%2FNavegacion-Penoles.xml#%40%3F_afWindowId%3D1c30b8qbsh_1%26_afLoop%3D323033610127000%26wcnav.model%3D%252Foracle%252Fwebcenter%252Fportalapp%252Fnavigations%252FNavegacion-Penoles.xml%26_afWindowMode%3D0%26_adf.ctrl-state%3D1c30b8qbsh_21 (consulté le 14/06/12)

Corporation : « the largest U.S.-based primary silver producer and a growing gold producer »⁹⁶.

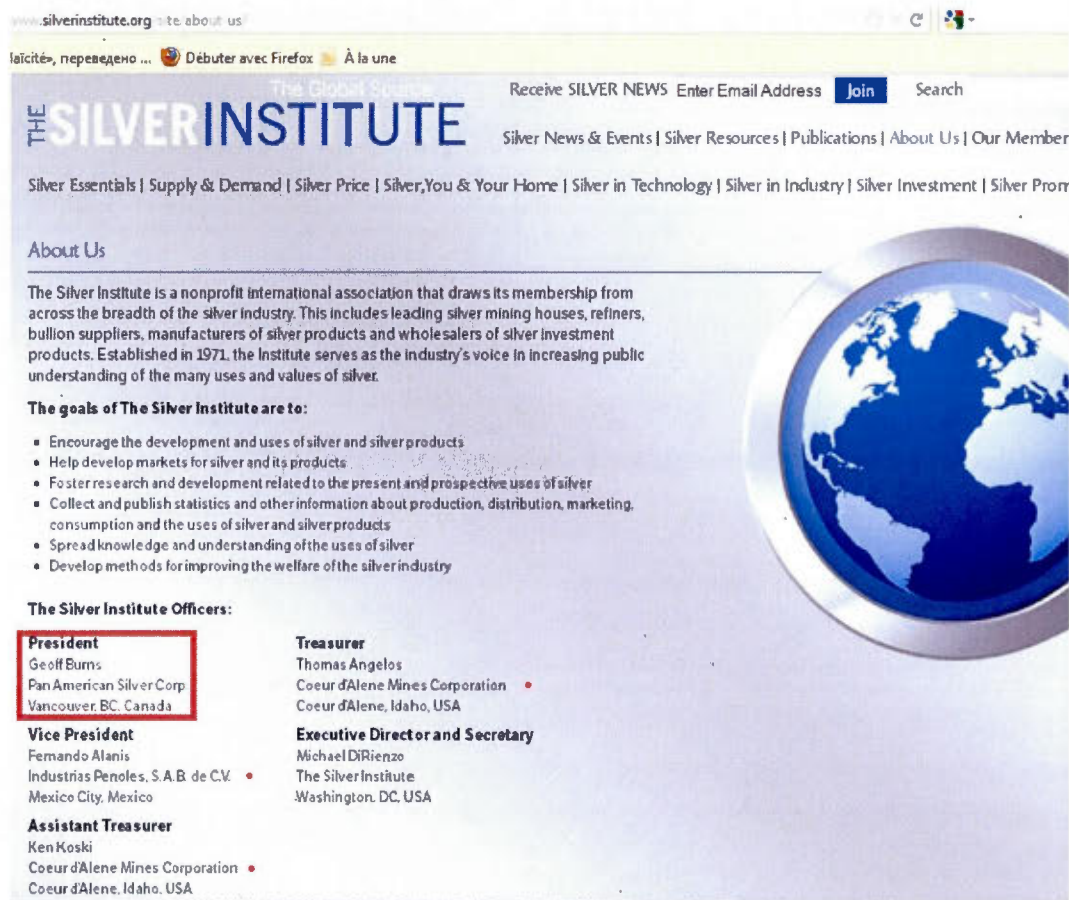


Figure 3.2 : Composition du conseil d'administration de l'organisation The Silver Institute en avril 2012
(capturé le 15 avril 2012)

L'organisation IROSA⁹⁷ (International research organization for silver applications) est une association de professionnels qui se dit vouée à la diffusion d'information objective sur les produits à l'argent :

« The International Research Organization for Silver Applications (IROSA) is a relatively new organization which was formed by a group of passionate professionals who believe in silver's potential to improve human health and the environment. »

⁹⁶ Source, le site de la compagnie : <http://www.coeur.com/> (consulté le 14/06/12)

⁹⁷ Site Internet : <http://www.irosa.org/> (consulté le 18/06/12)

« The common cause for this group of dedicated individuals is a belief that an organization was needed to counter the growing body of silver-related misinformation found in the mass media. »

Elle ne déclare, ni ne laisse transparaître, sur son site Internet des plus épurés, de liens avec l'industrie, mais se positionne clairement en faveur de l'argent sous toutes ses formes de par l'information qu'elle fournit (des publications concluant uniquement à son efficacité et à son innocuité⁹⁸).

Le site Silvermedicine.org⁹⁹ se décrit quant à lui de la façon suivante :

« Silver medicine.org is a not-for-profit website dedicated to providing comprehensive information on medical colloidal silver »

Dans un commentaire sur ce site, un internaute nommé « John »¹⁰⁰ met en lumière le fait que les fondations de la compagnie pharmaceutique Merck (John Merck Found et Merck Family Found) ont fait des donations de 45000\$ à l'association Friends of the Earth entre 1992 et 2000¹⁰¹, et de 105444\$ entre 1998 et 2001¹⁰². Cette information est également relayée par le réseau américain de cliniques privées de santé naturelle AlignLife¹⁰³. Cet internaute accuse Friend of the Earth, qui a rédigé plusieurs rapports sur les dangers du nano-argent, de ne pas être indépendante des intérêts de cette compagnie et de militer en défaveur du nano-argent et de l'argent colloïdal, car ils représenteraient une alternative aux antibiotiques vendus par Merck. Par ailleurs, la compagnie Merck aurait elle-même commercialisé de l'argent colloïdal dans la première moitié du XX^{ème} siècle et aurait cessé avec l'avènement des antibiotiques, moins coûteux à produire (Goldman, 2004).

Les assurances médicales gouvernementales américaines semblent également favorables à l'utilisation du nano-argent dans le cadre hospitalier. En effet, les programmes Medicare (pour les personnes âgées, qui couvrait 42,5 millions d'Américains en 2005) et Medicaid (pour les familles à faibles revenus) auraient décidé de ne plus prendre en charge certaines infections nosocomiales, les SSI (Surgical Site Infection), ce qui aurait pour effet d'encourager l'utilisation de cathéters au nano-argent. Ainsi, la firme Agion (spécialisée dans les revêtements antibactériens au nano-argent) s'est-elle associée à la

⁹⁸ <http://www.irosa.org/education.html> (consulté le 18/06/12)

⁹⁹ <http://www.silvermedicine.org/> (consulté le 15/08/12)

¹⁰⁰ Sur la page suivante : <http://www.silvermedicine.org/nano-silver.html> (consulté le 15/08/12)

¹⁰¹ Source : <http://www.activistcash.com/foundation.cfm/did/138> (consulté le 03/05/12)

¹⁰² Source : <http://www.activistcash.com/foundation.cfm/did/415> (consulté le 03/05/12)

¹⁰³ Leur site : <http://www.alignlife.com/index.html> (consulté le 06/09/13)

multinationale de matériel hospitalier Stryker pour produire le cathéter « Silver ExFen Catheter », qui a été par ailleurs autorisé par la FDA¹⁰⁴.

Les deux « camps » cherchent à s'appuyer sur des recherches scientifiques. Nous nous sommes intéressée dans la problématique à l'état actuel de la recherche sur la toxicité du nano-argent, et avons vu que plusieurs articles concluent à une toxicité du nano-argent, notamment pour les organismes aquatiques. Toutefois, très peu de recherches ont été menées sur sa toxicité à long terme sur l'humain.

Le scientifique le plus cité par les défenseurs du nano-argent et surtout de l'argent colloïdal est un professeur de l'université de Syracuse dans l'Etat de New York : le Dr Robert O Becker¹⁰⁵ (1923-2008). Ses recherches montrent l'inhibition de certaines bactéries par l'argent colloïdal¹⁰⁶, et de certains champignons¹⁰⁷. Dans son ouvrage *The Body Electric*¹⁰⁸, il prête également à l'argent colloïdal un rôle positif dans les processus de réparation des tissus

Rappelons que ce bref rappel de quelques éléments de la controverse scientifique sur ces questions vise essentiellement à mettre en évidence leur importance dans le paysage du nano-argent, sans toutefois que ce mémoire ne prétende éclairer ni les mécanismes d'évaluation de ces travaux, ni leur pertinence ou leur crédibilité scientifique, ce qui mériterait de faire l'objet de travaux ultérieurs.

3.4 La controverse scientifique autour de l'argent colloïdal

Nous avons pu constater que, comme pour certains produits au nano-argent de l'inventaire 1, les producteurs et vendeurs d'argent colloïdal lui prêtent des propriétés très variées, allant de la guérison de la grippe à la prévention des infections au VIH, en

¹⁰⁴ Source : <http://www.caducee.net/breves/breve.asp?idb=8735&mots=all> (consulté le 13/05/12)

¹⁰⁵ Exemple : <http://www.silvermedicine.org/robertobecker.html> (consulté le 15/08/12)

¹⁰⁶ Becker, Robert O. 1976. "Electrically Generated Silver Ions: Quantitative Effects on Bacterial and Mammalian Cells." *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 9(2):357-58.
url : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC429529/>

¹⁰⁷ Becker, Robert O. 1976. "Antifungal Properties of Electrically Generated Metallic Ions", *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, nov. 1976, p.856-860.

¹⁰⁸ Becker, Selden, 1985, *The Body Electric*, Morrow, New York.

passant par la protection contre l'anthrax. Dans le cas des partisans de l'argent colloïdal, il est difficile de juger dans quelle mesure ces sources d'informations sont indépendantes d'intérêts commerciaux. En effet, le marché de l'argent colloïdal n'est pas lié à une production industrielle à grande échelle, et on peut imaginer que les motivations de ses amateurs soient plus idéologiques que commerciales. Ces deux champs du nano-argent sont cependant liés par le fait qu'ils doivent répondre à des critères d'efficacité et de non-toxicité.

Dans l'ouvrage *Une arme secrète contre la maladie, l'argent colloïdal*, Franck Goldman, se disant un grand partisan de l'argent colloïdal, évoque un large champ de pathologies que celui-ci pourrait guérir et pour chacune desquelles il fournit le témoignage d'un utilisateur ayant guéri grâce à l'argent colloïdal : allergies, arthrite, asthme, cancers, candida albicans, maladie de Crohn, fibromyalgie, infections urinaires et des reins, gale, hépatite C, sida, intoxications alimentaires, maladie de Lyme, pneumonie, grippe, sclérose en plaques, stérilité, varicelle, verrues, teigne, etc.

Devant une liste aussi ambitieuse, il est impossible de ne pas s'interroger sur l'efficacité réelle de ce produit, et sur l'état des recherches scientifiques sur ses prétendues propriétés. Nous avons interrogé le moteur de recherche « Pubmed » avec la requête « colloïdal silver » le 7 septembre 2011. A cette date, Pubmed recensait 910 publications sur l'argent colloïdal, dont la première était datée de 1915. Les publications en anglais sur l'argent colloïdal, irrégulières pendant la première moitié du XX^{ème} siècle, ont vu leur nombre se stabiliser de une à cinq par an de 1960 jusqu'au milieu des années 1980. Elles sont alors passées de quinze à trente par an jusqu'au début des années 2000, où leur fréquence a fortement augmenté jusqu'en 2011.

Nombre d'articles sur Pubmed pour la requête "colloidal silver" en fonction de l'année

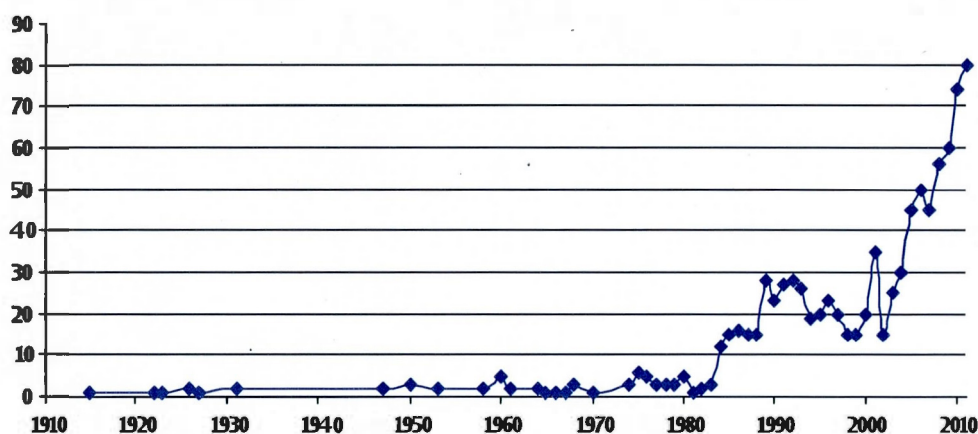


Figure 3.3 : Nombre de publications sur l'argent colloïdal recensées sur Pubmed en septembre 2011

Nous avons sélectionné une trentaine de ces publications issues de différentes revues et écrites par divers auteurs des années 1930 à nos jours afin de tenter d'examiner, à partir des résumés et à titre purement exploratoire, le caractère plausible ou non des allégations de Goldman et d'autres partisans de l'argent colloïdal¹⁰⁹.

Parmi celles-ci, nous avons pu en identifier huit qui affirment que le colloïde d'argent élimine les bactéries in-vitro, trois qui soutiennent qu'il élimine les champignons in-vitro, deux qui affirment qu'il peut prévenir l'infection au VIH, six qui concluent à sa toxicité à de moyennes ou fortes doses et une qui atteste de son absence totale d'effet sur les bactéries.

Ce survol ne permet pour l'instant que de témoigner de la recrudescence des recherches sur ces questions. Mais une fois encore, ce sujet mériterait un travail d'analyse interdisciplinaire approfondi, notamment en médecine et en toxicologie, pour mieux comprendre les termes mêmes de cette controverse scientifique. Pour l'instant, nous ne pouvons que souligner quelques-uns des termes de ces controverses sans toutefois être en

¹⁰⁹ Ces publications sont listées dans la bibliographie.

mesure de juger avec rigueur ni des risques, ni des propriétés prétendues de l'argent colloïdal.

3.5 Quelques pistes sur les raisons de l'intérêt accru pour l'argent colloïdal aujourd'hui

On peut tout d'abord évoquer des raisons économiques expliquant le recours à l'argent colloïdal. En effet, utilisé dans le cadre d'une démarche d'auto-médication, voire d'auto-production par électrolyse, l'utilisation de l'argent colloïdal pourrait être liée, notamment aux Etats-Unis, principal pays identifié dans l'inventaire 2, à l'absence de système de santé universel, laissant au moment de notre inventaire plus de 15% de la population américaine sans aucune assurance maladie¹¹⁰.

Certaines entreprises, aux Etats-Unis et dans plusieurs pays d'Europe occidentale, se sont même spécialisées dans la production et la vente d'appareils et d'accessoires permettant aux particuliers de produire eux-mêmes de l'argent colloïdal. D'après les données de l'inventaire 2, le prix d'un flacon d'argent colloïdal de 250 mL varie aux Etats-Unis de 12.45US\$ (NeoFera) à 35.99US\$ (UltraSilver), alors que les prix des générateurs d'argent colloïdal s'étendent aux Etats-Unis de 110 à 349US\$. En Europe, la même quantité d'argent colloïdal coûte de 10 € (Silverspirit, France) à 44 € (pour 200 mL, Santé Naturels, Italie), et les générateurs de 69,95 € (Nu Life, Allemagne) à 349 CHF (soit environ 290 € pour le générateur de la firme suisse Swiss Health).

Par ailleurs, l'intérêt suscité par l'argent colloïdal aujourd'hui semble lié, au moins en partie, à son association avec les discours sur les médecines alternatives.

Nous avons évoqué plus haut le fait que l'argent colloïdal s'inscrit le plus souvent dans une démarche d'auto-médication. En opposition avec une certaine vision « biologisante » de la médecine allopathique parfois vécue comme invasion, perte de liberté et détachement vis-à-vis de son corps, l'approche globalisante des médecines alternatives semble aller de pair avec un besoin de prendre en charge soi-même son corps et sa santé.

¹¹⁰ Source : <http://www.lefigaro.fr/flash-actu/2012/06/19/97001-20120619FILWWW00477-usa-15-sans-couverture-sante.php> (consulté le 20/06/12)

Par ailleurs, comme pour les produits au nano-argent de l'inventaire 1, les producteurs d'argent colloïdal le vantent très souvent comme étant un produit permettant de se soigner de façon plus naturelle.

Selon Laplantine et Rabeyron, les revendications naturalistes sont l'une des caractéristiques les plus marquées des médecines non conventionnelles, d'ailleurs souvent nommées « médecines naturelles ». En effet, les médecines non conventionnelles ont pour principe commun d'aller dans le sens de la nature plutôt que de la combattre. Par exemple, la médecine allopathique soigne en écrasant les symptômes avec des remèdes chimiques puissants, alors que les médecines naturelles les considèrent comme des moyens de défense de l'organisme et vont tendre à renforcer sa ligne de défense. La médecine allopathique est, à ce titre, ressentie comme brutale, contre nature : « Dans les attendus philosophiques des médecines parallèles, la « nature » est bonne, elle a ses lois qui suivent leur cours en échappant à la main-mise de l'homme. Elle n'en est pas nécessairement sacralisée pour autant, mais elle détient un pouvoir thérapeutique pour l'homme, partie intégrante de son univers. » (Moulin, 1986, p.18).

Nous avons évoqué plus haut que les producteurs et amateurs de l'argent colloïdal créaient des lieux d'échanges d'information sur Internet dans lesquels ils s'impliquent, au point de former des communautés virtuelles. Selon Benoist, l'utilisation des médecines non conventionnelles implique un engagement « passionné » dépassant le cadre seul de la médecine, car elles représentent un espace de lutte (en l'occurrence contre le « pouvoir médical ») : « Si ces médecines sont dites "douces", l'affirmation de leur existence se fait surtout par une adhésion passionnelle, capable d'entreprendre en leur nom polémiques et combats face aux médecins et à leur médecine, accusés à la fois d'agressivité et d'impuissance. [...] Passions affrontées, dressées les unes au nom de la liberté, les autres au nom de la raison. Passions qui ont leurs côtés d'ombre : jeux de pouvoirs et d'intérêts économiques, également partagés et également masqués, chez les uns comme chez les autres, derrière l'expression du souci de la santé et du bien-être. » (Benoist, 1998, p.9)

La création et l'implication dans ces communautés virtuelles témoignent également parfois d'une volonté de participer à un contre-pouvoir, à une résistance au courant dominant de la médecine. Le nom de certains espaces d'information témoigne en effet

d'une certaine suspicion : forum « Onnouscachetout »¹¹¹ ; livre « Colloidal Silver : The Hidden Truths »¹¹². Les thèmes abordés sont souvent liés à la prétendue non fiabilité des informations médicales.

La pratique et l'utilisation des médecines non conventionnelles nécessite un engagement, une adhésion de la part des patients qui implique une autre vision de soi-même et du monde. Selon Benoist, « Les médecines douces sont alors la porte d'un univers ré-enchanté » (Benoist, 1998, p.20). Le besoin de ré-enchantement dans le domaine des soins médicaux serait une phase probable succédant aux espoirs immenses portés par les grandes découvertes médicales du XX^{ème} siècle (vaccination, antibiotiques, chimiothérapie...) et dont on pointe aujourd'hui certaines limites (la mortalité encore élevée de certains cancers, les résistances bactériennes aux antibiotiques), qui amèneraient les individus à chercher des thérapies alternatives « miraculeuses », comme en témoignent ces paroles d'utilisateurs :

- LA MAGIE DE L'ARGENT COLLOÏDAL (Site de l'Association Caraïbéenne d'Aide à la Connaissance)
- Je prends de l'argent colloïdal depuis près d'un mois et j'ai comme l'impression qu'il possède des propriétés rajeunissantes ! (Témoignages sur le blog « argent-colloïdal », entrée 11¹¹³).

Cela traduirait donc un certain désenchantement pour la médecine allopathique et pour la science, et une volonté d'expérimenter des traitements plus naturels, dont certains écrits vantent une efficacité presque miraculeuse pour traiter un large éventail de pathologies, allégations qui restent toutefois encore non vérifiées.

3.6 Conclusion

Si les champs de l'argent colloïdal et du nano-argent présentent des points de convergences, tous deux prétendant au caractère naturel du produit, à ses vertus antibactériennes reconnues depuis des siècles tout en affirmant offrir une alternative aux produits existants dont on redoute les effets pernicioeux, nous retiendrons que l'argent

¹¹¹ <http://www.onnouscachetout.com/forum/topic/5756-argent-colloidal/> (consulté le 13/06/12)

¹¹² Keith F Courtenay, 2007, *Colloidal Silver : The Hidden Truths*, <http://www.cs.kestar.com.au/reviewcstht.htm> (consulté le 13/06/12)

¹¹³ <http://argent-colloidal.over-blog.fr/5-index.html> (consulté le 15/08/12)

colloïdal s'inscrit dans un univers distinct de celui du nano-argent tel qu'il se développe actuellement dans l'industrie.

Leur diffusion prend souvent des voies distinctes : les articles de l'inventaire 1 sont diffusés du producteur à des revendeurs (via des sites comme EC21 ou Alibaba), qui les rendront disponibles aux consommateurs ou à d'autres revendeurs. On peut donc supposer que ces produits sont disponibles à la fois sur des sites de revente sur Internet et dans la grande distribution. En revanche, l'argent colloïdal est, le plus souvent, vendu directement du producteur au consommateur, et fréquemment via Internet. Il peut également être vendu dans des boutiques spécialisées de parapharmacie ou de médecines non conventionnelles.

Ces types d'accès différenciés aux produits reflètent des buts recherchés distincts et différents types de consommateurs et de producteurs. En effet, le recours à l'argent colloïdal découle d'une volonté de prendre en charge sa santé et parfois d'opter pour des médicaments dits « naturels », alors que l'utilisation d'articles vantés antibactériens au nano-argent se fait parfois sans même que le consommateur soit au courant de la composition du produit. En cela, l'information entourant la vente de l'argent colloïdal s'oppose aux pratiques de désinformation de la part de certains industriels produisant les articles de l'inventaire 1. Cependant, le contenu même de ces informations fournies sur Internet sur l'argent colloïdal n'est l'objet d'aucun consensus et fait souvent débat, au point que l'on peut se demander s'il ne s'agirait pas d'un autre type de désinformation.

Nous ne tirerons pas davantage de conclusions de ces observations, qui sont uniquement dédiées à montrer la complexité des champs du nano-argent et de l'argent colloïdal. Les conflits d'intérêts, notamment en matière d'industrie de la santé, ne sont pas l'apanage du nano-argent, comme en témoigne l'ouvrage de Lenglet et Topuz *Des lobbies contre la santé*, qui traite à la fois des pressions des compagnies pharmaceutiques pour la mise en place de campagnes de santé publique promouvant leurs produits en France (fluor, anti-reflux, psychotropes, etc.), des scandales environnementaux (nitrates, pesticides, dioxines dans le lait et la viande, etc.) et de santé publique (amiante, lobbies du tabac et de l'alcool).

Nous retiendrons simplement que les produits au nano-argent sont au cœur d'un débat impliquant de multiples acteurs, dont il n'est pas toujours aisé d'identifier les motivations. L'intérêt thérapeutique ou non de l'argent colloïdal déchaîne certaines passions, notamment aux Etats-Unis et en Australie, pendant que les produits antiseptiques au nano-argent font leur chemin à l'abri des législations sur le marché mondialisé.

Nous avons vu dans l'analyse qualitative des données que l'intérêt pour les articles au nano-argent et l'argent colloïdal repose sur certains aspects de ces produits, que nous nous sommes efforcée de détailler dans ces deux derniers chapitres, et que les vendeurs savent d'ailleurs exploiter à leur avantage. En mettant en avant ces aspects, ils exploitent certaines prémisses culturelles, auxquelles nous allons désormais nous intéresser.

CHAPITRE IV

LE CONTEXTE SOCIAL ET CULTUREL AU DÉVELOPPEMENT DU NANO-ARGENT

Comment expliquer l'intérêt suscité par le nano-argent ? Quelle est la part des arguments scientifiques et celle des facteurs socio-économiques et socioculturels pouvant contribuer à expliquer un tel engouement tant pour des produits au nano-argent que pour l'argent colloïdal ?

Nous allons nous intéresser dans ce chapitre à l'histoire des rapports des personnes à la saleté et aux microorganismes, en passant par les débuts de l'hygiène publique, puis nous verrons que la vision de la santé qui sous-tend l'intérêt pour les produits au nano-argent s'inscrit dans une logique avant tout individualiste et où les considérations environnementales et de santé publique sont absentes.

4.1 Santé publique et hygiénisme

4.1.1 La santé publique

Selon Patrice Bourdelais, les historiens européens font remonter les premières mesures de santé publique au milieu du XIV^{ème} siècle en Italie, suite à une grande épidémie de peste en 1347. Ces premières mesures sont centrées sur la surveillance des marchandises et des marchands selon leur provenance, la création de corps spéciaux de fossoyeurs, celle d'un répertoire des personnes atteintes, l'isolement des maisons des pestiférés, et, à Venise et à Gênes, l'interdiction aux bateaux provenant de lieux infectés d'entrer dans le port. La quarantaine est mise en place pour la première fois en 1377 à Raguse en Sicile. La fin du XVI^{ème} siècle voit aussi les premières désinfections publiques de marchandises, dans le duché de Milan (Bourdelais, 2001).

Ce type de mesures se développera ensuite dans toute l'Europe au cours des XVII et XVIII^{èmes} siècles. En France, au milieu du XIV^{ème} siècle, Jean II Le Bon ordonne le nettoyage des rues en cas de risque d'épidémie. En 1544, toujours dans une perspective d'épidémie de peste, le bailli de Reims prend une ordonnance stipulant : « la propreté des rues que les riverains doivent nettoyer et débarrasser de leurs ordures ; une attention particulière accordée aux animaux et à leur abattage ; la surveillance des mendiants, qui doivent ou travailler ou bien quitter la ville ; le personnel soignant, chirurgiens-barbiers, religieuses et confesseurs ; la ségrégation des pestiférés et de leurs effets, qui seront enfermés dans leur maison pendant six semaines ou rejoindront un lieu d'isolement collectif hors les murs. La désinfection des maisons, des meubles et des vêtements est prévue mais simplement limitée à une aération. » (Bourdelaïs, 2001, p.9)

L'Italie n'était pas seulement à l'avant-garde pour les mesures de défense des frontières, mais également pour celles concernant la propreté des villes et la qualité des denrées alimentaires. Ainsi, Bourdelaïs (2001, p.10) démontre qu'« une politique de santé publique, certes limitée, a préexisté à l'hygiénisme ».

D'ailleurs, comme on l'a vu en France, le développement de la santé publique est lié à l'idée que l'Etat a intérêt à conserver sa population en vie et en bonne santé et qu'une population nombreuse constitue, comme le souligne Jean Bodin, une grande richesse pour la nation dans la mesure où : « il n'y a ni richesse ni forces que d'hommes » (1576, *Les six livres de la République*). Les thèses de Michel Foucault font écho à ces propos puisqu'il s'agit, dit-il, à partir des XVII et XVIII^{èmes} siècles, de gérer le corps humain comme une ressource, ce qui favorise la mise en place d'une bio-politique, véritable pouvoir sur la vie de la population (Bourdelaïs, 2001) (Foucault, 1976).

Dans les années 1730, Pierre Chirac, le premier médecin de Louis XV, a pour projet d'organiser en France un réseau de médecins dans les provinces afin de « mieux faire circuler les informations sur les affections et mieux s'opposer à la propagation des maladies » (Bourdelaïs, 2001, p.10). Cette idée n'aboutira à une réalisation concrète qu'en 1776-1778, avec la création de la Société royale de médecine, qui étudie des questions de santé et d'hygiène publique et collecte des informations tant médicales que météorologiques. Cela illustre « la puissance du courant néo-hippocratique qui considère

qu'une maladie naît dans des conditions d'environnement précises et qu'il suffit d'en changer l'un des éléments pour la supprimer. Mais il ne s'agit pas seulement de l'environnement ; les habitudes individuelles sont aussi à rénover » (Bourdelaïs, 2001, p.11).

Ainsi, à la fin du XVII^{ème} et au début du XVIII^{ème} siècle en Europe de l'Ouest des médecins proposent les premières mesures hygiénistes : le drainage des eaux stagnantes, des mesures contre les insectes, la collecte des déchets, la ventilation pour « chasser le mauvais air » (s'exhalant de la putréfaction). Il en découle un changement d'attitude vis-à-vis des ordures et de la saleté (Bourdelaïs, 2001, p.12).

Au XIX^{ème} siècle, on assiste à l'émergence du courant hygiéniste. Ce courant a, entre autres, influencé l'urbanisme, en réalisant l'assainissement des villes par des travaux sanitaires (en développant le tout-à-l'égout, mettant en place une loi sur les logements insalubres, etc.) dans un contexte d'exode rural vers les centres industriels, de développement rapide des villes et d'épidémies de choléra.

L'hygiène publique a émergé comme un nouvel ensemble de disciplines en France surtout dans les années 1820-1840, avec la création de la revue *Les Annales d'hygiène publique et de médecine légale*. Les hygiénistes (dont les premiers furent Lavoisier, Hallé, Villermé) ont développé la théorie miasmatique : les maladies ne se propagent pas seulement d'un individu directement à l'autre, mais également par l'intermédiaire de l'environnement par le fait de miasmes (émanations de substances en décomposition), et plus facilement encore dans un environnement insalubre (où il y a peu de circulation de l'eau et de l'air). Le concept de maladie évitable fait son apparition dans la santé publique du XIX^{ème} siècle (Jorland, 2010) : il faut éliminer les foyers d'infection (les lieux de prolifération des miasmes) pour éliminer les maladies.

Les découvertes de Pasteur sur la fermentation et l'existence des germes, qui ont succédé à la théorie de miasmes, ont immédiatement été adoptées par les hygiénistes et ont contribué à donner une légitimité scientifique à leurs mesures (*ibid.*). Selon Latour (1984), la vogue de l'hygiénisme a certes aidé Pasteur à réaliser ses recherches, à populariser et à faire accepter ses thèses, alors que les hygiénistes ont trouvé avec lui et

l'avènement de la microbiologie la caution scientifique essentielle pour accélérer leurs réformes.

4.1.2 Les perceptions de la saleté et des micro-organismes

Depuis le XVI^{ème} siècle, dans la vision des élites de la médecine, de l'aristocratie et de la bourgeoisie, le corps est moins dépendant de forces invisibles, et commence à être vu comme un ensemble constitué d'unités ordonnées. Les médecins des Lumières combattront avec virulence les pratiques populaires, les croyances et les préjugés du peuple sur le corps (Bourdelaïs, 2001).

Dans ses écrits sur la révolution de l'odorat et de l'hygiène corporelle à partir de la seconde moitié du XVIII^{ème} et sa diffusion lente dans l'ensemble de la population, Corbin montre qu'avant l'avènement de la microbiologie, les miasmes étaient considérés détectables par l'odeur : « Considérée comme la matérialisation du miasme, l'odeur s'identifiait jusqu'alors à la menace morbifique » (Corbin, 1982, p.122). Jorland va dans le même sens : « La théorie miasmatique postulait que toute odeur est maladie et toute maladie est odeur » (Jorland, 2010, p.206).

L'ouvrage de Corbin, consacré à l'évolution de la perception et des rapports aux odeurs, et notamment aux odeurs organiques, « fétides », montre que « l'abaissement du seuil de tolérance olfactive constitue un fait historique très bien perçu » (Corbin, 1982, p.69), une véritable « révolution olfactive » du XIX^{ème} siècle, modifiant le rapport à la propreté. Il en attribue la responsabilité en grande partie aux chimistes et aux médecins : « la médecine au discours hésitant, polymorphe, périe d'anxieuses incertitudes ne propose que d'imprécises figures étiologiques ; elle entretient de ce fait la confusion entre le miasme et la puanteur, le nauséabond et le malsain, le méphitique et l'asphyxiant » (Corbin, 1982, p.70), à laquelle viennent s'ajouter l'avènement de « l'esthétique de l'odorat », « l'ascension du narcissisme et le désir de disponibilité olfactive qu'il suscite, la volonté de se tenir à l'écoute des odeurs naturelles révélatrices de l'existence du moi et de l'harmonie du monde, la peur suscitée par des émanations sociales encore confuses et indifférenciées » (Corbin, 1982, p.101), tous ces facteurs menant à des stratégies de désodorisation mises en œuvre dès le milieu du XVIII^{ème} siècle.

Corbin associe cette sensibilisation croissante à un effet de classe, qui des bourgeois s'étend progressivement aux classes populaires, comme si « le seuil de perception ou, plutôt, de tolérance olfactive définit l'appartenance sociale » (Corbin, 1982, p.177). Elle s'inscrit également dans un processus d'individualisation : « La répulsion pour les émanations de l'autre, au cœur même de la famille, hâte ce procès d'individualisation » (*Ibid.*, p.192) qui, depuis le milieu du XVIII^{ème} siècle, a mené à la victoire du lit séparé, et plus tard à celle de la chambre individuelle. Les nouvelles préoccupations hygiénistes s'imposeront rapidement comme « un impératif de dignité et de pitié » (*Ibid.*, p.120).

Selon Bourdelais, « la modification des sensibilités à l'égard de l'environnement immédiat, des ordures, de la saleté, des odeurs ne peut que favoriser l'orientation des hygiénistes qui cherchent à établir les liens unissant les maladies aux conditions locales et qui plaident à la fois en faveur de travaux d'assainissement ou de modifications de l'habitat et pour une réforme des mœurs des plus pauvres. Dans ce qui semble bien être un processus d'intégration progressive des normes de type éliasien, les élites du savoir médical se doivent de jouer le rôle moteur. » (2001, p.22)

A travers ces mesures de santé publique, c'est le savoir des élites (médecins, chercheurs découvrant tour à tour les causes de certaines maladies, l'existence des germes, etc.) qui est diffusé vers le peuple, mettant en évidence ce qui est invisible, mais qui peut néanmoins être la cause de maladies et de morts. Les pratiques et les normes accompagnant cette image mentale se forment également au fil des politiques publiques, des découvertes scientifiques et en interrelation permanente avec le contexte social et culturel.

Selon Elias, le processus de civilisation repose sur « l'individualisation de la sphère intime, l'accroissement de la différenciation des fonctions sociales et l'autorégulation des comportements » (Ledent, 2009, p.73), marqué par l'intériorisation des normes et des règles, amenant les individus à un degré croissant d'autocontrôle, gage même que l'individu peut se penser en dehors, voire en opposition du collectif. Ce processus de civilisation implique le contrôle grandissant des pulsions, ainsi que le contrôle absolu, voir le refoulement des fonctions du corps renvoyant à la naturalité. Il devient incongru

de cracher, tousser, etc., sauf sous certaines conditions très précises, sous peine de provoquer le dégoût des autres et de soi-même.

Pour Elias, la sensibilité aux odeurs et le besoin de propreté antérieur à la découverte des germes sont donc d'abord sociaux, puis finissent par être intériorisés. Or, comme nous l'avons vu au chapitre 2, les producteurs et vendeurs d'articles au nano-argent vantent largement les propriétés antibactériennes et dans certains cas anti-odeurs de leurs produits. Le discours publicitaire utilise largement ce désir individuel d'être propre et de vivre dans un environnement net et sans odeurs.

4.1.3 La bio-responsabilité

Pour Foucault, l'Etat, au cours des derniers siècles, est passé d'un régime de pénalisation à un régime de surveillance, où normes et règles ont été progressivement intériorisées, ce qui rejoint la théorie d'Elias. Il définit le bio-pouvoir comme le pouvoir étatique sur la biologie des individus et donc sur le corps et la santé.

Bourdelaïs estime qu'on est passé d'une période où le bio-pouvoir dominait aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles à une période récente où la bio-légitimité rend chaque individu responsable devant la société de sa propre santé et des manquements à cette responsabilité, minant dès lors leur légitimité sociale. Or, il estime que cela modifie profondément « l'attitude de la population quant à la sauvegarde du corps et aux moyens à développer afin d'atteindre cet objectif » (Bourdelaïs, 2001, p.18). Il y voit d'ailleurs un héritage des Lumières, dans le sens où le progrès de la connaissance doit conduire au progrès social et à l'éducation du peuple, ce qui conduirait à la bio-responsabilité, condition préalable à l'émergence de la bio-légitimité.

On voit ainsi émerger dès le XVIII^{ème} siècle un souci accru pour la santé, mais également pour les soins, les médicaments et même pour les ouvrages de médecine destinés à l'ensemble de la population, qui se multiplient alors. La prise en charge progressive de la propreté et de la santé par l'individu se fait donc d'abord par souci de légitimité sociale (par des effets de surveillance des autorités notamment médicales et d'imitation des

classes supérieures), puis par une intégration des nouvelles normes d'hygiène et de santé par les individus.

C'est dans ce contexte qu'on introduit en Europe, au XVII^{ème} siècle, les plantes médicinales telles que le quinquina et l'ipécacuanha, qui constituent un marché très lucratif. Au XVIII^{ème} siècle, la consommation des eaux minérales augmente fortement, tout comme les « remèdes secrets », ou remèdes miracles, dont le succès ne serait « pas la conséquence d'une poussée obscurantiste mais l'un des indices d'une recherche de la guérison à tout prix. On a même pu parler de siècle d'or des marchands ambulants » (Bourdelaïs, 2001, p.22).

Dans les années 1830, l'augmentation des plaintes de riverains contre les sources de mauvaises odeurs à Paris témoigne, selon Corbin (1982), des nouvelles anxiétés liées à la santé.

Bourdelaïs s'intéresse également aux plaintes déposées pour insalubrité dans les années 1850-1860 (après la loi sur les logements insalubres de 1850), qui sont selon lui principalement le fait de membres de la classe moyenne et de commerçants, et portent la plupart du temps sur les mauvaises odeurs, témoignant alors davantage de nouveaux codes sociaux et de la volonté de suivre la marche du « progrès » que de préoccupations directement liées à la santé.

Pour Heller, qui a étudié le développement de la propreté dans le canton de Vaud en Suisse de 1850 à 1930, l'action des hygiénistes devait obligatoirement passer par l'éducation de la population à la propreté par des « éducateurs sociaux » issus de la bourgeoisie éclairée : « A quoi sert-il, dit-on, de construire des logements salubres, si ceux qui les occupent viennent à les rendre malsains par négligence, par ignorance ? » (Heller, 1980, p.322). L'atout principal de la propreté est certes la santé, mais s'y ajoutent des arguments moraux : « la netteté du corps appelle la netteté de l'âme » (Piffault, 1908, dans Heller, 1980, p.324), tout comme la tenue d'une maison renseigne sur son propriétaire, un argument largement repris par la publicité moderne. La propreté est également associée à une évolution du goût, pour devenir embellissement. Bref, « la propreté est un instrument de civilisation » (Heller, 1980, p.325).

C'est dans ce contexte qu'on peut saisir l'importance progressive accordée aux diverses stratégies du XIX^{ème} siècle de désinfecter et de désodoriser, comme si l'enjeu était de réussir à « céler les témoignages du temps organique, à refouler tous les marqueurs irréfutables de la durée, ces prophéties de mort que sont l'excrément, le produit des menstrues, la pourriture de la charogne et la puanteur du cadavre » (Corbin, 1982, p.106). Ces considérations, encore parfaitement d'actualité, constituent une toile de fond permettant de contextualiser l'intérêt du nanoargent où les questions d'aseptisation sont centrales.

Par ailleurs, la prise en charge individuelle de sa santé, comme on le voit dans le dossier du nano-argent et beaucoup plus encore dans celui du colloïde d'argent, s'inscrit dans une évolution du rapport à la santé, où la figure du patient, notamment lors de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, est passée d'un concept de patient nommé selon les auteurs « l' "autosoignant" (C. Herzlich), l'*homomedicus* (P. Pinell), ou l'*homosanitas* (P. Aiach, D. Delanoe) » (Memmi, 2003, p.280). Ainsi, « les patients sont devenus des agents essentiels de cette réflexivité sanitaire contemporaine que signale la "publicisation des questions de santé" (B.Gaïti), confusément habitée par le souci d'une "santé parfaite" (L. Sfez) » (Memmi, 2003, p.282). Memmi appelle « bio-individualisation » le phénomène général de maîtrise individuelle du donné corporel en tant que lieu du développement contemporain de l'individualisation.

4.2 L'évolution du rapport au corps dans un contexte technoscientifique

Dans *L'adieu au corps*, David Le Breton souligne que le corps humain est perçu non seulement comme séparé de l'esprit, mais comme sa faiblesse, comme s'il s'agissait d'une enveloppe imparfaite supportant et conditionnant la survie de l'esprit. Ce « discours de dénigrement du corps », s'appuyant sur « le constat de la précarité de la chair, de son manque d'endurance, de son imperfection dans la saisie sensorielle du monde, de la maladie et de la douleur qui le frappent, du vieillissement inéluctable des fonctions et des organes, de l'absence de fiabilité des performances et de la mort toujours menaçante » (Le Breton, 1999, p.10), relève selon lui d'un imaginaire technoscientifique.

La recherche scientifique et ses applications peuvent alors par des outils nouveaux soutenir la distinction sociale par l'hygiène et la santé, tendant ainsi à réaliser le rêve d'aller au-delà des dimensions physiques et biologiques du corps pour le modifier, lui apporter des artifices ou en prolonger la vie par le biais de prothèses destinées à soigner, voir à augmenter les capacités physiques...

Bien qu'il semble pour certains relever de la science-fiction, cet univers bien réel, marqué par la volonté d'améliorer les fonctions du corps, relève surtout de liens corps-machine, déjà largement démocratisés, comme les pacemakers, les prothèses en tous genres, les implants, voire certains psychotropes s'apparentant à une prothèse mentale. Par ailleurs, l'utilisation des interfaces numériques et parfois la projection d'un « moi » virtuel qu'ils permettent, via notamment Internet, peuvent, comme dans la cybersexualité, où l'affranchissement du corps dans la sexualité serait le stade suprême de l'hygiène, souligner Le Breton, modifier profondément les rapports sociaux.

Ces développements où le corps est vu comme un accessoire, à maîtriser et à transformer, s'inscrivent dans une vision mécaniste du corps (encore souvent prégnante dans la médecine conventionnelle) : « L'homme contemporain est invité à construire son corps, conserver sa forme, façonner son apparence, occulter le vieillissement ou la fragilité, entretenir son potentiel santé » (Le Breton, 1999, p.26). Or, la volonté de prise en charge du corps décrite dans le chapitre sur l'argent colloïdal, et le principe de maintien en bonne santé des médecines naturelles ne s'inscrivent-elles pas dans cette vision, qui entre pourtant en contradiction avec le principe non-mécaniste de ces médecines, qui se veulent holistiques ?

Par ailleurs, et notamment dans les sociétés libérales et individualistes où règne la compétition professionnelle, le corps peut devenir un obstacle à la productivité, d'où une volonté de garantir et d'augmenter ses capacités. Si tomber malade met en péril une carrière, voir comme aux Etats-Unis où, nous l'avons déjà évoqué, une fraction importante de la population au début 2012 n'avait toujours pas accès à une assurance santé, on peut facilement imaginer qu'il est dans l'intérêt de l'individu de tout mettre en œuvre pour éviter de l'être. De la même manière, un individu en meilleure santé pourra travailler plus longtemps et être donc plus compétitif.

Le concept de maladie évitable, qui est au cœur de l'approche globale et collective d'éco-santé et qui est très présente dans son acception individuelle de nombreuses médecines alternatives, peut contribuer à éclairer l'intérêt de certains pour l'argent colloïdal, et pour d'autres la volonté d'aseptisation de l'environnement promise par les produits antibactériens au nano-argent.

Si, dans un univers technoscientifique, la nature n'est plus un donné brut à étudier mais à transformer, à re-construire et à ré-inventer (Bensaude-Vincent, 2009, p.127), la santé, dans un tel univers de sens ne se transforme-t-elle pas, du moins en partie, en volonté d'augmenter ses potentialités ou du moins de limiter certaines maladies. Est-ce une telle vision de la santé qui est à l'oeuvre dans l'utilisation des produits au nano-argent ?

4.3 La vision de la santé sous-jacente au discours sur le nano-argent

La première partie de ce mémoire, consacrée à l'étude quantitative, a mis en évidence que la majorité des produits au nano-argent actuellement sur le marché sont des produits d'hygiène.

L'intérêt des produits mis en valeur par les producteurs et vendeurs est le plus souvent leur caractère antibactérien, et parfois également leurs propriétés désodorisantes. Comment s'est construite cette demande pour le nano-argent et celle-ci n'est-elle pas en contradiction avec les risques potentiels pour la santé des individus et des écosystèmes liés à la production et à l'utilisation à grande échelle des nanoparticules d'argent ?

La volonté de prise en charge de sa propre santé, que Bourdelais nomme bio-responsabilité, constitue un terreau fertile pour les médecines non conventionnelles. C'est aussi ce qui semble motiver certaines démarches d'auto-médication par l'argent colloïdal et la participation aux réseaux d'informations thérapeutiques qui y sont liés. Par ailleurs, l'obsession de la non-contamination de son environnement proche relève certes d'une volonté de prise en charge individuelle, mais parfois également, comme on le voit pour les articles pour bébés, d'arguments culpabilisants relatifs au rôle de bons parents devant protéger leurs enfants de tout risque de contamination.

Certaines personnes tentent de se protéger d'un environnement perçu comme hostile, en utilisant par exemple des stérilisateurs de fruits au nano-argent enlevant les résidus de pesticides. Paradoxalement, les individus qui souhaitent purifier à tout prix leur espace individuel ne semblent pas réaliser les impacts négatifs de tels produits sur l'environnement, questions entièrement passées sous silence par les promoteurs de ces produits.

Il est vrai que le double processus de civilisation et d'individualisation décrit par Élias est parfaitement observable dans la conception individuelle de la santé promu par les vendeurs et les conseillers d'argent colloïdal et de nano-argent. Ainsi on propose un filtre à air afin d'assainir l'atmosphère d'une pièce ou d'une maison, mais en taisant la dissémination probable de nanoparticules d'argent lors de l'utilisation ou de la fin de vie du produit. On ignore également les impacts toxicologiques pour les individus, de l'air purifié par un filtre au nano-argent ou aux nanoparticules d'argent.

Quant aux risques d'intoxication pour le consommateur d'argent colloïdal en cas de surdosage ou de mauvaise qualité du produit, ils ne sont jamais évoqués.

Nous avons vu plus haut que ces produits contenant des nanoparticules d'argent sont en libre circulation sur le marché international, sans aucun contrôle quant à leur composition et à leurs impacts, et sans informations autres que les arguments publicitaires des producteurs et vendeurs. Or ce discours entourant ces produits est exclusivement centré sur l'utilisation individuelle, sans jamais tenir compte des conséquences globales de leur développement et de leur diffusion. On sait pourtant déjà que la dissémination de nanoparticules d'argent est une source de pollution et de destruction des écosystèmes, menaçant potentiellement la santé des individus. Cette absence de prise en compte des conséquences environnementales est donc en complète contradiction avec les principes de santé publique dont nous avons retracé quelques grandes étapes de développement un peu plus haut.

Par ailleurs, l'accent mis sur l'évitement des contaminations bactériennes directes ne prend pas en compte les maladies liées à l'intoxication par l'argent et les impacts environnementaux. Cela traduit une vision étriquée de la santé, basée sur le court terme, que les vendeurs développent par des techniques de marketing destinées à atteindre une clientèle sensible au thème de l'hygiène individuelle.

4.4 Une certaine conception du progrès

Dans quelle mesure la propreté comme instrument de civilisation telle que décrite par Heller, qui rejoint la théorie d'Elias, peut-elle contribuer à éclairer le contexte idéologique présidant à cette diffusion massive de « produits antibactériens au nano-argent » ? Adopter des produits antibactériens pour garantir une aseptisation et une hygiène maximales répond-il surtout à un besoin de se protéger des maladies infectieuses, ou de s'inscrire dans une image sociale positive ?

A la façon d'Elias dans *La civilisation des mœurs*, où les manières raffinées se diffusent de haut en bas dans l'échelle sociale comme un gage de distinction sociale, la propreté jouerait-elle un rôle similaire dans les sociétés contemporaines ? Un appartement mal tenu et une hygiène douteuse ne sont-ils pas des handicaps dans la vie sociale, poussant dès lors les individus à optimiser cette hygiène ?

Que certains imaginent qu'une hygiène maximale soit alors synonyme de modernisme, et de surcroît s'il s'agit de produits issus des nanotechnologies, représenté comme étant doublement synonyme de progrès, n'aide-t-il pas à comprendre l'engouement de certains pour le nano argent et le colloïde d'argent ?

Alors que le contrôle de plus en plus poussé du corps s'inscrirait dans une conception fortement valorisée de la civilisation, le développement du nano-argent, véritable « course à la propreté », ne signifierait-il pas également un gage de distinction sociale ? En effet, dans certains cas, la fonction hygiénique des produits au nano-argent peut même être secondaire devant leur fonction sociale.

Les vendeurs de produits au nano-argent insistent beaucoup sur cette relation propreté-santé :

- « Nano Technology destroys 99.9% of bacteria and germs while you style, restoring shine and a healthy clean. » (Ligne 25, fer à lisser)

Ils évoquent aussi la honte en l'absence de contrôle des mauvaises odeurs des chaussettes :

- « Many people have trouble in stinky feet, especially in people who have athlete's foot, it full of bad smells when they take off their shoes in some public place and feel awkwardly; if you wear " Full Silver Healthy Sock ", you'll never worry about this kind of embarrass. » (ligne 524, chaussettes)

De tels arguments publicitaires peuvent servir aussi bien à faire vendre des sièges de toilette au nano-argent que des tasses ou des revêtements décoratifs pour appareils électroménagers :

- « Stay comfortable ! Enjoy hygienic life ! NANO SILVER PURIFYING FILTER » (Ligne 318, sièges de toilettes)
- « It has an effective function to sterilize and cleanse. Pure silver cup has become an necessities for a modern better life » (Ligne 105, tasses)
- « Our products include silver nano and are eco-friendly with anti-bacterial and sterilized ingredients. They are the answer for our better life and the better future. » (ligne 274, revêtements décoratifs pour appareils électroménagers)

Ces publicités semblent dire « soyez civilisé », « faites comme les gens « normaux » (selon une norme imposée par les pays occidentaux), ou encore que c'est le rôle des parents « civilisés » de protéger la santé de leur enfant en s'assurant que son environnement soit le plus aseptisé possible, ce qui, par ailleurs, commence à être contesté au plan scientifique¹¹⁴.

Une telle poursuite d'une hygiène personnelle toujours plus poussée s'inscrit dans une vision de la santé étriquée et individualiste, fort peu soucieuse des conséquences environnementales et de la santé publique. En l'absence de politiques d'évaluation et de régulation de la production et de l'utilisation de ces nanoproducts, nous n'avons encore aucune garantie quant aux informations sur ces nanos et sur les industries qui les produisent, ni sur les risques pour les travailleurs du secteur, ni pour les consommateurs.

Pourtant, il est désormais reconnu que le nano-argent comporte certains risques, notamment pour les écosystèmes, et possiblement aussi pour la santé publique ce qui ne correspond aucunement à l'intérêt général. Autrement dit, dans le cas du nano-argent, les principaux bénéficiaires des récentes applications des recherches en nanotechnologies sont sans doute les producteurs et vendeurs, qui grâce aux allégations antibactériennes et anti-odeurs, haussent la compétitivité de leurs produits. Les consommateurs bénéficient sans doute aussi à court terme de ces nanoproducts, mais il importe d'évaluer les risques qu'ils encourent, notamment par manque d'information sur la nature exacte de ces produits. Sur le long terme, le nano-argent représente un risque potentiel pour les

¹¹⁴ Source : http://www.nytimes.com/2009/01/27/health/27brod.html?_r=1&em (consulté le 06/06/12)

écosystèmes, et donc pour la santé de tous, lié à la production industrielle et la diffusion à grande échelle de ces produits pour des besoins individuels toujours plus exacerbés.

CONCLUSION

Le nombre de produits au nano-argent sur le marché international, qui s'inscrit dans le développement aussi récent que fulgurant des nanotechnologies, semble avoir connu une forte progression au cours des dernières années, passant de 259 en 2009, selon l'inventaire par déclaration volontaire du PEN incluant les articles au nano-argent et l'argent colloïdal, à 563 en 2012, selon notre propre inventaire à partir des sites Internet, auxquels il faut ajouter 70 firmes vendant de l'argent colloïdal.

Nous avons émis l'hypothèse que les technologies du nano-argent se développent selon deux axes : celui de la recherche de l'asepsie et celui des médecines non conventionnelles. Nous avons détaillé dans le chapitre 3 ce qui différencie ces deux champs et ce qu'ils ont en commun. Ainsi, la volonté d'avoir recours à des produits naturels semble être une raison commune à l'utilisation de ces deux types de produits, ainsi que l'idée de prévention des maladies, par une hygiène impeccable avec les produits aseptisants ou par un renforcement de l'organisme grâce au recours au colloïde d'argent. Une telle peur des infections, qui sous-tend cette idée de prévention, semble être renforcée par les épidémies mortelles et par les bactéries résistantes aux antibiotiques, questions largement médiatisées.

Précisons que dans les deux cas, celui du nano-argent et celui du colloïde d'argent, la première question qui se pose est de savoir « si ça marche ou non ». Or, on comprendra que pour répondre à une telle question dans ce sous-champ des nanotechnologies, qui demeure extrêmement vaste et complexe, et où chacun des produits mérite un travail d'analyse approfondi, la recherche évaluative n'est pas encore au rendez-vous. Certes, une première recension de la littérature nous a permis d'identifier plus de 900 sources, mais cela exigerait un travail d'analyse colossal, qui constituerait un autre mémoire, et sans avoir aucune garantie de pouvoir répondre avec précision et finesse à une telle question. Bref, cette question n'était pas véritablement l'objet de notre recherche et au terme de ce mémoire, bien que nous ayons pu observer qu'elle demeure l'objet de vives controverses, elle reste largement sans réponse.

La seconde hypothèse portait sur les prémisses culturelles du développement actuel du nano-argent, qui ne serait pas seulement lié à de nouvelles stratégies d'aseptie, mais traduirait également certains relents d'hygiénisme.

Nous avons montré au chapitre 4 que l'aseptisation, notamment dans nombre de gestes de la vie quotidienne, ne répondait pas seulement à des nécessités biologiques de propreté, mais répondait également à un impératif social de gestion du corps. Plusieurs auteurs soulignent que le contrôle des fonctions corporelles est devenu au fil des siècles, et aujourd'hui plus que jamais, une condition de distinction, puis de légitimité sociale. Le jugement des autres sur notre hygiène personnelle nous pousserait alors à privilégier des produits quotidiens de plus en plus aseptisants. Or, en prime, les nanotechnologies ont une connotation d'innovation scientifique, voire de progrès comme si cela nous conduisait à un nouveau faite de la « civilisation ».

Il convient toutefois de souligner que le développement des produits au nano-argent est concentré surtout en Chine et en Corée du sud, où l'influence occidentale se fait sans doute sentir mais où il conviendrait d'approfondir l'analyse en tenant compte des distinctions culturelles. Par ailleurs, bien que les firmes soient situées en Chine et en Corée du sud, il nous est impossible dans le cadre du présent mémoire de connaître avec précision la part de la production destinée à l'exportation vers les pays du nord.

Dans ce contexte, la mention « nano silver » semble accroître la plus-value des produits et les rendre plus compétitifs sur le marché mondialisé. En l'absence de toute évaluation et de tout encadrement étatique, cela se fait sans égards aux risques qu'encourent les utilisateurs, ni aux risques pour l'environnement susceptibles d'affecter toute la chaîne du vivant.

Autrement dit, sans réfuter les facteurs d'ordre médicaux susceptibles d'expliquer l'intérêt accru des produits au nano argent, il importe également de considérer que la conception de la santé qui se profile dans ce contexte technoscientifique dépasse celle de la simple absence de maladie.

En effet, la recherche d'un corps plus performant, plus compétitif, plus résistant, gage de distinction sociale conduit certaines personnes à multiplier les mesures d'hygiène et possiblement dans certains cas d'objets antibactériens, témoignant ainsi des efforts pour

éviter les maladies, pour rester compétitif au plan professionnel ou pour éviter d'avoir à payer des soins non pris en charge par certains systèmes de santé, etc. Cette approche individualiste de la santé est souvent peu compatible avec une prise en compte des pollutions, de la dégradation des milieux de vie et de la destruction d'écosystèmes entiers. Cela semble pour le moins paradoxal dans une époque où les citoyens ont tendance à prendre en main leur santé et où leur sensibilité vis-à-vis du corps les pousse à demander à l'Etat de protéger les « biens corporels » des risques environnementaux et épidémiologiques.

Les slogans publicitaires associant les produits antibactériens à une bonne santé sont en contradiction avec les principes de santé publique dont nous avons retracé l'histoire dans le dernier chapitre. Considérant que la santé de chacun est intimement liée à celle des écosystèmes dans lesquels nous évoluons, l'industrie du nano-argent semble profiter davantage aux industriels et aux vendeurs qu'aux utilisateurs et au bien-être général de la population et de l'environnement. Il semble donc particulièrement questionnable que les pouvoirs publics laissent l'industrie du nano-argent continuer à se développer sans évaluation rigoureuse, ni réglementation adaptée, et surtout sans réflexion à long terme sur les conséquences d'un tel marché.

BIBLIOGRAPHIE

AFSSET, 2008, « Les nanomatériaux, Sécurité au travail », Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, juillet 2008.

AFSSET, 2010, « Evaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement », Rapport d'expertise collective, mars 2010.

Benn Troy M, Westerhoff Paul, 2008, « Nanoparticle silver released into water from commercially available sock fabrics », *Environmental Science and Technology*, 42 (11), pp. 4133-4139.

Benoît Browaeys Dorothée, 2009, *Le meilleur des nanomondes*, Paris, Buchet/Chastel.

Benoît Browaeys Dorothée, 2010, « Promesses et craintes des nanotechnologies », *Études* 3/2010 (Tome 412), pp. 319-330, url : www.cairn.info/revue-etudes-2010-3-page-319.htm

Benoist Jean, 1998, « Les médecines douces », dans Christian Bromberger, *Passions ordinaires. Du match de football au concours de dictée*, pp. 523-542. Paris : Éditions Bayard.

Bensaude-Vincent Bernadette, 2009, *Les vertiges de la technoscience*, Paris, La découverte.

Bourdelaïs Patrice, 2001, *Les hygiénistes. Enjeux, modèles et pratiques*, Paris, Belin.

Chiffolleau J-F, Chartier E, Le Goff R, Justome V, Maheux F, Pierre-Duplessix O, Etourneau C, 2002, « La contamination des produits de la pêche commerciale par les métaux : Origine, importance », Programme coordonné de recherche sur l'estuaire de la Seine, avril 2002.

Chopra Ian, 2007, « The increasing use of silver-based products as antimicrobial agents: a useful development or a cause for concern? », *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 59 (4), pp. 587-590.
url : <http://jac.oxfordjournals.org/content/59/4/587.full>

Calmon Philippe, Garnier-Laplace Jaqueline, 2002, *Fiche radionucléide, Argent 110m et environnement*, IRSN, Direction de l'environnement et de l'intervention-Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes.

Corbin Alain, 1982, *Le miasme et la jonquille*, Paris, Aubier Montaigne.

Dupuy Jean-Pierre, Roure Françoise, 8 novembre 2004, « Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle », Paris, rapport au Conseil général des Mines et au Conseil général des technologies de l'information.

Elias Norbert, 1976, *La civilisation des mœurs*, Paris, Calmann-Lévy.

Elzière Pierre, 1986, « A propos des médecines naturelles », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n°64, pp.79-80.

url : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/arss_0335-5322_1986_num_64_1_2339

Elzière Pierre, 1986, « Des médecines dites naturelles » dans *Sciences sociales et santé, Médecines parallèles*, Volume 4, n°2, pp. 39-74.

url : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/sosan_0294-0337_1986_num_4_2_1033

ETC Group Canada, « Un infiniment petit guide d'introduction aux technologies à l'échelle nanométrique... et à la théorie du petit bang », 2005.

Friends of the Earth, mars 2008, « Out of the laboratory and on to our plates », url : <http://www.scribd.com/doc/9197096/Nano-Food->

Friends of the Earth (Senjen, Rye, and Ian Illuminato), 2009, « Nano & Biocidal Silver : Extreme Germ Killers Present a Growing Threat to Public Health ». Friends of the Earth Australia et Friends of the Earth United States.

Friends of the Earth, 2011, « Nano-silver : policy failure puts public health at risk », Friends of the Earth Australia, url : http://nano.foe.org.au/sites/default/files/Nano-silver_2011%20Aus%20v2%20web.pdf

Genest Jonathan, Beauvais Jacques, 2009, « Nanosciences et nanotechnologies », dans Béland Jean-Pierre, Patenaude Johane, 2009, *Les nanotechnologies, développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, Québec, Les Presses de l'Université Laval.

Goldman Franck, 2004, *Une arme secrète contre la maladie, l'argent colloïdal*, Ed. Le lotus d'or, url : <http://www.scribd.com/doc/21646539/Argent-Colloidal-F-Goldman-ArmeSecreteContrelaMaladie>

Heller Geneviève, 1980, « Une stratégie : la propreté comme valeur de la vie quotidienne », *Cahiers de géographie du Québec*, vol 24, n°62, pp.321-326.

Hottois Gilbert, 1990, *Le paradigme bioéthique, une éthique pour la technoscience*, Bruxelles, ERPI.

INERIS, 2007, « Nanotechnologies, nanomatériaux, nanoparticules. Quels impacts sur l'homme et l'environnement ? ».

IRSST, Ostiguy Claude, Lapointe Gilles, Trottier Mylène, Ménard Luc, Cloutier Yves, Boutin Michel, Antoun Monty, Normand Christian, 2006, « Les effets à la santé reliés

aux nanoparticules. Études et Recherches », Rapport, R-451, Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.

IRSST, Ostiguy Claude, Roberge Brigitte, Ménard Luc, Endo Charles-Anica, 2008, « Substances chimiques et agents biologiques : Études et recherches. Guide de bonnes pratiques favorisant la gestion des risques reliés aux nanoparticules de synthèse », Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.

Jorland Gérard, 2010, *Une société à soigner. Hygiène et salubrité publiques en France au XIXe siècle*, Paris, Gallimard.

Laplatine François, Rabeyron Paul-Louis, 1987, *Les médecines parallèles*, Paris, Presses Universitaires de France, coll. Que sais-je.

Latour Bruno, 1984, *Les microbes guerre et paix*, Paris, Métailié.

Laurent Brice, 2010, *Les politiques des nanotechnologies : pour un traitement démocratique d'une science émergente*, Paris, ECLM.

Lebel Jean, 2003, *La santé, une approche écosystémique*, Ottawa, CRDI.

Le Breton David, 1999, *L'adieu au corps*, Paris, Métailié.

Ledent David, 2009, *Norbert Elias, Vie, œuvres, concepts*, Paris, Ellipses.

Legault Georges A, 2009, « Gouvernance du développement des nanotechnologies : quel mode pour quel devenir ? », dans Béland Jean-Pierre, Patenaude Johane, 2009, *Les nanotechnologies, développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, Québec, Les Presses de l'Université Laval.

Lenglet Roger, Topuz Bernard, 1998, *Des lobbies contre la santé*, Paris, Syros.

Lévy-Leblond Jean-Marc, janvier 2000, « La technoscience étouffera-t-elle la science ? », Café des sciences et de la société du Sicoval, Cycle Démocratie, science et progrès, Toulouse, Agrobioscience. <http://www.agrobiosciences.org>

Luoma Samuel.N, 2008, « Silver nanotechnologies and the environment : old problems or new challenges ? », PEN 15, sept. 2008, Project on Emerging Nanotechnologies, Woodrow Wilson International Center for Scholars.

Memmi Dominique, 2003, *Faire vivre ou laisser mourir, le gouvernement contemporain de la naissance à la mort*, Paris, La Découverte.

Moulin Madeleine, 1986, « Le recours aux médecines parallèles : une contre-légitimité de la pensée occidentale », *Sciences sociales et santé*, vol.4, n°2, pp.89-107.

Nielsen Elizabeth, 2008, *Nanotechnology and its impact on consumers, Report to the Consumer Council of Canada*, EBN Consulting, February 26, 2008.

Panyala Nagender Reddy, Pena-Mendez Eladia Maria, Havel Josef, 2008, "Silver or silver nanoparticles : a hazardous threat to the environment and human health ?", *Journal of applied biomedicine*.

Robin Marie-Monique, 2008, *Le monde selon Monsanto*, Paris, La Découverte/Arte Editions.

Vandelac Louise, 2006, « L'approche éco-santé ou la viabilité du monde », *FrancVert*, Vol.3-2, printemps 2006, url : <http://www.francvert.org/pages/32dossierlaprocheecosanteoulaviabilite.asp#>

Vandelac Louise, Beaudoin Simon, 2011, « L'Enviropig » ou le dernier avatar transgénique de l'agrobusiness porcin » in *Le nouveau siècle biotech*, Écologie & Politique n° 43 publié par Les Presses de Sciences Po. Paris.

VivAgora, rapport du 23/11/2010, *Les nano-argents et les dioxydes de titane dans les revêtements : Etat des lieux des connaissances, incertitudes et controverses*, VivAgora.

Wijnhoven Susan W.P, Peijnenburg Willie J.G.M, Herberts Carla A., Hagens Werner I., Oomen Agnès G., Heugens Evelyn H.W, Roszek Boris, Bisschops Julia, Gosens Ilse, Van De Meent Dik, Dekkers Susan, De Jong Wim H., Van Zijverden Maaïke, Sips Adrienne J.A.M, and Geertsma Robert E., 2009. "Nano-silver – a review of available data and knowledge gaps in human and environmental risk assessment." *Nanotoxicology* 3(2):109-38.

Wijnhoven S.W.P, Dekkers S, Kooi M, Jongeneel W.P, de Jong W.H, 2011, « Nanomaterials on consumers products. Update of products on the European market in 2010 », National Institute for Public Health and the Environment (Nederland).

Bibliographie scientifique :

Allaker R.P, 2010, "The Use of Nanoparticles to Control Oral Biofilm Formation", *Journal of dental research* 89:1175-86.

Archer S.L, 2008, "Dilated cardiomyopathy and left bundle branch block associated with ingestion of colloidal gold and silver is reversed by British antiLewisite and vitamin E: the potential toxicity of metals used as health supplements", *The Canadian Journal of Cardiology* 24(5):397-9.

AshaRani, Prakash Hande, Suresh Valiyaveetil, 2009, "Anti-proliferative activity of silver nanoparticles", *BMC Cell Biology* 10:65.

Baral VR, Dewar AL, Connett GJ., 2008, "Colloidal silver for lung disease in cystic fibrosis", *Journal of the Royal Society of Medicine* 101(Suppl 1):S51-2.

Becker Robert O, 1976, "Electrically Generated Silver Ions: Quantitative Effects on Bacterial and Mammalian Cells", *Antimicrob Agents Chemother* 9(2):357-58.

- Becker Robert O, 1998, "Silver Ions in the Treatment of Local Infections", *Metal-Based Drugs* 6(4-5):311-14.
- Bernd Nowack, Harald F. Krug, Murray Height, 2011, "120 Years of Nanosilver History: Implications for Policy Makers", *Environmental Science and Technology* 45 (4):1177-83.
- Brentano L, Margraf H, Monafó WW, Moyer CA., 1966, "Antibacterial efficacy of a colloidal silver complex", *Surg Forum* 17:76-78.
- Clement Julia L, Penelope S. Jarret, 1994, "Antibacterial Silver", *Metal-Based Drugs* Vol 1 (Nos 5-6):467-82.
- Cnmo, Eric Rentz Do Comm, 2003, "Viral Pathogens and Severe Acute Respiratory Syndrome: Oligodynamic Ag⁺ for Direct Immune Intervention", *Physical Medicine Services* Vol. 13, (No. 2):109-18.
- Dean D. Concepcion, MD, MD Lee G. Verzosa, RMT Jose Jurel M. Nuevo, MA., 2007, "Antimicrobial potency of colloidal silver compared with antibiotic eye drops", *Philippine Journal of Ophthalmology* Vol. 32 (No. 1):9-11.
- Dean, W, M Mitchell, V Whizar Lugo, 2001, "Reduction of viral load in AIDS patients with intravenous mild silver protein", *Clinical practice of alternative medicine* 2 (1):48-53.
- Fung, Man C, Debra L. Bowen, 1996, "Silver Products for Medical Indications: Risk-Benefit Assessment", *Clinical Toxicology*, Vol. 34(No. 1):119-26.
- Hiroaki Oka, Toshikazu Tomioka, Katsumi Tomita, Atsushi Nishino, and Shigeharu Ueda, 1994, "Inactivation of Enveloped Viruses by a Silver-Thiosulfate Complex", *Metal-Based Drugs*, Vol. 1(5-6):511-11.
- Humberto H Lara, Nilda V Ayala-Núñez, Liliana Ixtapan-Turrent, Cristina Rodríguez-Padilla, 2010, "Mode of antiviral action of silver nanoparticles against HIV-1", *Journal of Nanobiotechnology* 8(1).
- Jose L Elechiguerra, Justin L Burt, Jose R Morones, Alejandra Camacho-Bragado, Xiaoxia Gao, Humberto H Lara, Miguel J Yacaman, 2005, "Interaction of silver nanoparticles with HIV-1", *Journal of Nanobiotechnology* 3(6).
- Khan SS, Mukherjee A, Chandrasekaran N, 2011, "Studies on interaction of colloidal silver nanoparticles (SNPs) with five different bacterial species", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 87(1):129-38.
- Korani M, Rezayat SM, Gilani K, Arbabi Bidgoli S, Adeli S, 2011, "Acute and subchronic dermal toxicity of nanosilver in guinea pig", *International Journal of Nanomedicine* 6:855-62.
- Lansdown A.B, 2006, "Silver in health care: antimicrobial effects and safety in use", *Current Problems in Dermatology* 33:17-34.

Maneewattanapinyo P, Banlunara W, Thammacharoen C, Ekgasit S, and Kaewamatawong T, 2011, "An Evaluation of Acute Toxicity of Colloidal Silver Nanoparticles", *Journal of Veterinary Medical Science*.

Mirsattari SM, Hammond RR, Sharpe MD, Leung FY, Young GB, 2004, "Myoclonic status epilepticus following repeated oral ingestion of colloidal silver", *Neurology* 62:1408-10.

Monteiro DR, Gorup LF, Silva S, Negri M, de Camargo ER, Oliveira R, Barbosa DB, Henriques M, 2011, "Silver colloidal nanoparticles: antifungal effect against adhered cells and biofilms of *Candida albicans* and *Candida glabrata*", *Biofouling* 27(7):711-9.

Simonetti N, Simonetti G, Bougnol F, Scalzo M, 1992, "Electrochemical Ag⁺ for preservative use", *Applied and Environmental Microbiology* 58(12):3834-36.

Van Hasselt P, Gashe B.A, Ahmad J, 2004, "Colloidal silver as an antimicrobial agent: fact or fiction?", *Journal of Wound Care* 13(4):154 - 55.

Shouse Samuel S, George H. Whipple, 1931, "Effects of the intravenous injection of colloidal silver upon the hematopoietic system in dogs", *The Journal of Experimental Medicine* 53(3):413-20.

Stepien KM, Morris R, Brown S, Taylor A, Morgan L, 2009, "Unintentional silver intoxication following self-medication: an unusual case of corticobasal degeneration", *Annals of Clinical Biochemistry* 46(Pt 6):520-2.

Sukdeb Pal, Yu Kyung Tak, Joon Myong Song, 2007, "Does the Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles Depend on the Shape of the Nanoparticle? A Study of the Gram-Negative Bacterium *Escherichia coli*", *Applied and Environmental Microbiology* Vol. 73(No. 6):1712-20.

Berger T. J, Spadaro J. A, Bierman Richard, Chapin S. E, Becker R. O, 1976, "Antifungal Properties of Electrically Generated Metallic Ions", *Antimicrob Agents Chemother* 10(5):856-60.

Wadhwa Akhil, Max Fung, 2005, "Systemic argyria associated with ingestion of colloidal silver", *Dermatology Online Journal* 11 (1).

Woo Kyung Jung, Hye Cheong Koo, Ki Woo Kim, Sook Shin, So Hyun Kim, Yong Ho Park, 2008, "Antibacterial Activity and Mechanism of Action of the Silver Ion in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*", *Applied and Environmental Microbiology* Vol. 74(No. 7):2171-78.

Zhao G, Stevens SE Jr., 1998, "Multiple parameters for the comprehensive evaluation of the susceptibility of *Escherichia coli* to the silver ion", *Biometals* 11(1):27-32.

Ressources Internet :

Autreversion.info (Suisse) : extraits de l'ouvrage de Franck Goldman, 2004, *Une arme secrète contre la maladie : l'argent colloïdal*, <http://autreversion.info/Largent.htm>

AVICENN (Association de Veille et d'Information Civique sur les Enjeux des Nanosciences et des Nanotechnologies, France) :

<http://avicenn.fr/wakka.php?wiki=PagePrincipale> ;

<http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=PagePrincipale> ;

<http://wikinanos.fr/wakka.php?wiki=PagePrincipale>

C&EN : Chemical & Engineering News (Etats-Unis), <http://cen.acs.org/index.html>

CRDI (Centre de Recherches pour le Développement International, Canada), programme ECOSANTE :

http://www.idrc.ca/FR/Programs/Agriculture_and_the_Environment/Ecosystem_Approaches_to_Human_Health/Pages/About.aspx

Dossier sur les nanotechnologies sur le site du CNRS (France) :

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosnano/>

EDF : Environmental Defense Fund (Etats-Unis) : <http://www.edf.org/>

EPA : Environmental Protection Agency (Etats-Unis), <http://www.epa.gov/>

ETC Group : Action Group on Erosion, Technology and Concentration (Canada) :

<http://www.etcgroup.org/>

Fondation Sciences Citoyennes (France) : <http://sciencescitoyennes.org/>

Friends of the Earth (international) : <http://www.foei.org/>

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (France), www.ineris.fr.

IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (Québec), www.irsst.qc.ca

Nano Norma (projet de recherche sur les normes juridiques et techniques dans le développement des nanotechnologies, France) : <http://www.nanonorma.org/>

Nanopublic (blog, Etats-Unis) : <http://www.nanopublic.com/2006/11/manufacturers-removing-nano-labels.html>

Pièces et mains d'œuvre, site « Aujourd'hui, le nanomonde » (France) :

<http://www.nanomonde.org/>

Silvermedicine (Etats-Unis) : <http://www.silvermedicine.org/>

VivAgora (France) : <http://www.vivagora.fr/>

Wikipedia (diverses pages) :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal

Woodrow Wilson International Center for School, PEN : The Project on Emerging
Nanotechnologies (Etats-Unis) : <http://www.nanotechproject.org/>

ANNEXES

Les annexes de ce mémoire sont présentées en format électronique sur un CD ci-joint. Le contenu de ce CD est le suivant :

Annexe 1 Inventaire 1, « Produits au nano-argent à l'exclusion de l'argent colloïdal à visée thérapeutique »

Annexe 2 Inventaire 2, « Argent colloïdal à visée thérapeutique »